

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-309914

(43) 公開日 平成10年(1998)11月24日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

B 6 0 C 23/02

B 6 0 C 23/02

R

23/06

23/06

B

B 6 0 R 16/02

6 2 0

B 6 0 R 16/02

6 2 0 Z

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号

特願平9-120998

(22) 出願日

平成9年(1997)5月12日

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(71) 出願人 000204033

太平洋工業株式会社

岐阜県大垣市久徳町100番地

(72) 発明者 岩崎 克彦

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 加藤 道哉

岐阜県安八郡神戸町1300-1 太平洋工業株式会社北大垣工場内

(74) 代理人 弁理士 伊東 忠彦

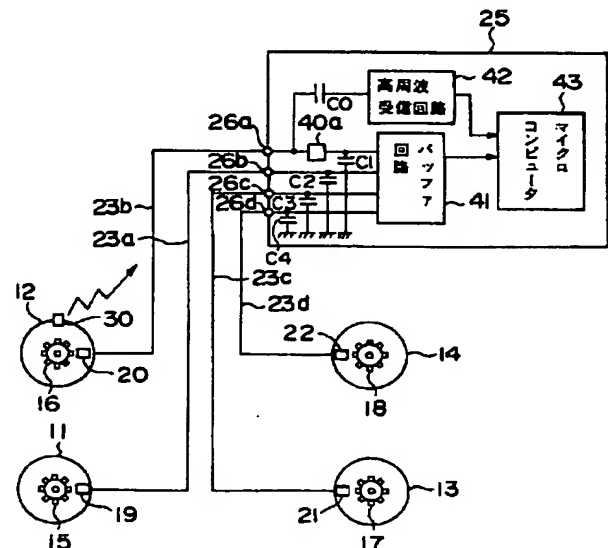
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 タイヤ空気圧検出装置

(57) 【要約】

【課題】 従来装置では、車体側の車輪近傍に受信器を設けなければならず車両搭載性が悪いという問題があった。

【解決手段】 車輪速検出手段よりの全輪の車輪速と、受信手段で得た送信手段よりのタイヤ空気圧とを用いて全輪のタイヤ空気圧状態を判定する判定手段とを有するタイヤ空気圧検出装置において、車輪速検出手段で検出した車輪速を判定手段に供給する信号配線をアンテナとして発信信号を受信すると共に、信号配線から受信された発信信号を取り出して受信手段に供給する抽出手段を有する。このように、タイヤ空気圧の発信信号は車輪速の信号配線をアンテナとして受信され、この信号配線を通して受信手段に供給されるため、車体側の車輪近傍に受信器を配設する必要がなく、車両搭載性が向上する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 車両の全輪に設けられ各車輪の車輪速を検出する車輪速検出手段と、

少なくとも 1 つの車輪に設けられ、そのタイヤ空気圧を検出し、タイヤ空気圧の発信信号を送信する送信手段と、

受信された前記発信信号からタイヤ空気圧を得る受信手段と、

前記車輪速検出手段よりの全輪の車輪速と、受信手段よりのタイヤ空気圧とを用いて全輪のタイヤ空気圧状態を判定する判定手段とを有するタイヤ空気圧検出装置において、

前記車輪速検出手段で検出した車輪速を前記判定手段に供給する信号配線をアンテナとして前記発信信号を受信すると共に、

前記信号配線から前記受信された発信信号を取り出して前記受信手段に供給する抽出手段を有することを特徴とするタイヤ空気圧検出装置。

【請求項 2】 請求項 1 記載のタイヤ空気圧検出装置において、

前記抽出手段を、全輪の車輪速検出手段夫々の信号配線に設けたことを特徴とするタイヤ空気圧検出装置。

【請求項 3】 請求項 2 記載のタイヤ空気圧検出装置において、

前記全輪の信号配線夫々に設けられた抽出手段のうちいずれか 1 つの抽出手段の出力する発信信号を選択して前記受信手段に供給する選択手段を有することを特徴とするタイヤ空気圧検出装置。

【請求項 4】 請求項 1 乃至 3 記載のタイヤ空気圧検出装置において、

前記送信手段に設けられ、受信した高周波電力を受信して電源を蓄える高周波電力受信手段と、

前記信号配線をアンテナとして所定期間に前記送信手段に高周波電力を送信する高周波電力送信手段とを有することを特徴とするタイヤ空気圧検出装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はタイヤ空気圧検出装置に関し、全輪の車輪速と少なくとも 1 輪のタイヤ空気圧から全輪のタイヤ空気圧を検出する装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来より、車両の全輪の車輪速と少なくとも 1 輪のタイヤ空気圧を検出して、全輪のタイヤ空気圧を推定する装置がある。例えば特開平 7-52621 号公報には、車両の 4 輪の車輪速を夫々検出する車輪速センサからの検出信号と、車輪のタイヤ空気圧を検出する空気圧センサからの検出信号とをコントロールユニットに供給し、4 輪の車輪速を求め、空気圧センサの発信器が設けられた車輪の車輪速を基準車輪速として、残りの車輪速の基準車輪速に対する車輪速比の変化からタイ

ヤ空気圧の低下を検知する。これにより、各輪のタイヤ空気圧低下、左右の前輪や後輪のタイヤ空気圧の同時低下、左側や右側の前後輪のタイヤ空気圧の同時低下等を検知している。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】従来装置では、タイヤ空気圧の検出信号を発信器から発信し、この車輪の近傍の車体に設置された受信部で上記発信器よりの信号を受信している。このように車体側の車輪近傍に受信器を設けなければならず車両搭載性が悪いという問題があった。

【0004】本発明は上記の点に鑑みなされたもので、車輪速の信号配線をタイヤ空気圧の発信信号を受信するアンテナとして使用することにより、車体側の車輪近傍に受信器を配設する必要がなく車両搭載性が向上するタイヤ空気圧検出装置を提供することを目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】請求項 1 に記載の発明は、車両の全輪に設けられ各車輪の車輪速を検出する車輪速検出手段と、少なくとも 1 つの車輪に設けられ、そのタイヤ空気圧を検出し、タイヤ空気圧の発信信号を送信する送信手段と、受信された前記発信信号からタイヤ空気圧を得る受信手段と、前記車輪速検出手段よりの全輪の車輪速と、受信手段よりのタイヤ空気圧とを用いて全輪のタイヤ空気圧状態を判定する判定手段とを有するタイヤ空気圧検出装置において、前記車輪速検出手段で検出した車輪速を前記判定手段に供給する信号配線をアンテナとして前記発信信号を受信すると共に、前記信号配線から前記受信された発信信号を取り出して前記受信手段に供給する抽出手段を有する。

【0006】このように、タイヤ空気圧の発信信号は車輪速の信号配線をアンテナとして受信され、この信号配線を通して受信手段に供給されるため、車体側の車輪近傍に受信器を配設する必要がなく、車両搭載性が向上する。請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 記載のタイヤ空気圧検出装置において、前記抽出手段を、全輪の車輪速検出手段夫々の信号配線に設ける。

【0007】これにより、車輪のローテーションを行って、送信手段を設けた車輪がどの位置になっても、上記タイヤ空気圧の発信信号を受信できる。請求項 3 に記載の発明は、請求項 2 記載のタイヤ空気圧検出装置において、前記全輪の信号配線夫々に設けられた抽出手段のうちいずれか 1 つの抽出手段の出力する発信信号を選択して前記受信手段に供給する選択手段を有する。

【0008】このため、送信手段を設けた車輪がどの位置であっても、タイヤ空気圧の発信信号を受信できると共に、その位置が自動的に認識可能となる。請求項 4 に記載の発明は、請求項 1 乃至 3 記載のタイヤ空気圧検出装置において、前記送信手段に設けられ、受信した高周波電力を受信して電源を蓄える高周波電力受信手段と、

前記信号配線をアンテナとして所定期間に前記送信手段に高周波電力を送信する高周波電力送信手段とを有する。

【0009】このため、送信手段に対して、その電源をワイヤレスで供給でき、送信手段を半永久的に使用できる。

【0010】

【発明の実施の形態】図1は本発明装置の第1実施例の構成図を示す。同図中、左右前輪11、12及び左右後輪13、14夫々には夫々の回転軸にロータ15~18が設けられ、またロータ15~18夫々の歯に対向して車輪速センサ19~22としての電磁ピックアップ夫々が設けられている。各車輪速検出手段としての車輪速センサ19~22はワイヤハーネス（配線）23a~23dによって電子制御回路（以下、ECUという）25の端子26a~26dに接続されている。また右前輪12のタイヤ内部には送信手段としてのワイヤレスタイヤ空気圧センサ30が設けられている。

【0011】図2はワイヤレスタイヤ空気圧センサ30のブロック図を示す。同図中、空気圧ゲージ31はタイヤ空気圧を検出して、その検出値をコード化部32に供給する。コード化部32ではタイヤ空気圧検出値を所定のコードに変換して送信回路33に供給する。送信回路33は供給されるコードで搬送波を変調し、周波数が例えば300MHz又は60MHz程度の送信信号とし、これをアンテナ34から送信する。

【0012】図3は送信信号の情報フレームフォーマットを示す。同図中、先頭に同期用のスタートビットが設けられ、次にワイヤレスタイヤ空気圧センサを識別するためのID符号が設けられている。次に検出情報としてタイヤ空気圧検出値のコードが配置され、続いてセンサ異常を検出して車両側に伝達するダイアグ情報及び、センサ交換時に異なるセンサが使われた場合にそのことを車両側で認識するためのバリエーション符号が配置される。そして最後に同期用のストップビットが設けられている。上記の1フレームの送信時間はTである。なお、ダイアグ情報、バリエーション符号は必ずしも必要ではない。

【0013】直流電源35は例えばリチウム電池を用いたもので、電源制御部36はこの直流電源35からの電源を安定化して空気圧ゲージ31、コード化部32、送信回路33夫々に供給する。ワイヤレスタイヤ空気圧セ

$$S = n \cdot Q \cdot k = (P_{fr} - P_{fl}) - (P_{rr} - P_{rl}) \\ = (\Delta f_r - \Delta f_l) - (\Delta r_r - \Delta r_l) \dots (1)$$

4輪夫々のタイヤ空気圧が正常で各輪のタイヤ半径が略同一であれば

$$\Delta f_r - \Delta f_l \approx 0$$

$$\Delta r_r - \Delta r_l \approx 0$$

となり、 $S \approx 0$ となる。また、例えば前輪の左右いずれかがパンクして、そのタイヤ半径が小さくなれば

ンサ30から送信された信号は距離的に近い右前輪12の車輪速センサ20のワイヤハーネス23bで受信されECU25に供給される。ECU25は例えば車輪速センサ19~22の各信号を使用するアンチロックブレーキシステム（ABS）の制御を行っている。

【0014】ECU25の端子26aはインピーダンス調整回路40aを介してバッファ回路41に接続されると共に、結合容量C0を介して高周波受信回路42に接続されている。また、端子26b~26d夫々はバッファ回路41に接続され、バッファ回路41の車輪速信号の入力端子はノイズ除去用の容量C1~C4を介して接地されている。

【0015】インピーダンス調整回路40aはワイヤハーネス23bのインピーダンスを調整してワイヤレスタイヤ空気圧センサ30の送信信号を受信しやすくしており、また、この受信信号がバッファ回路41側に流れることを抑止する。このため、上記受信信号は結合容量C0を通して高周波受信回路42に供給される。このインピーダンス調整回路40aと結合容量C0が抽出手段に対応する。高周波受信回路42はワイヤレスタイヤ空気圧センサの送信周波数を同調し、これを中間周波数に変換して増幅した後、検波することによりタイヤ空気圧検出値のコードを復調する。この復調されたコードは1チップのマイクロコンピュータ43に供給される。

【0016】また、バッファ回路41は端子26a~26d夫々から供給される車輪速センサ19~22夫々の回転検出パルスを波形整形してマイクロコンピュータ43に供給する。マイクロコンピュータ43で行う処理について説明するに、車輪速センサ19~22夫々で検出された本発明の原理について説明する。4輪夫々の車輪速パルスのカウント値を $P_{fl}$ 、 $P_{fr}$ 、 $P_{rl}$ 、 $P_{rr}$ とする。ここで所定値Qを用いると次式が成立する。

$$【0017】P_{fr} = n \cdot Q + \Delta f_r$$

$$P_{fl} = n \cdot Q + \Delta f_l$$

$$P_{rr} = n \cdot Q + \Delta r_r$$

$$P_{rl} = n \cdot Q + \Delta r_l$$

但し、nは整数、 $\Delta f_r$ 、 $\Delta f_l$ 、 $\Delta r_r$ 、 $\Delta r_l$ 夫々はカウント値の偏差（積算偏差）である。ここで、前輪の左右差と、後輪の左右差との偏差Sは動荷重半径比kと等価、つまり近似値であり次式で表わされる。

【0018】

$$\Delta f_r - \Delta f_l = a$$

$$\Delta r_r - \Delta r_l = 0$$

となり、 $S = a$ （ $\neq 0$ ）となる。また4輪がすべて正常圧ならば、 $\Delta f_r$ 、 $\Delta f_l$ 、 $\Delta r_r$ 、 $\Delta r_l$ 夫々は零近傍の値となる。

【0019】図4はマイクロコンピュータ43が実行す

る判定手段としてのタイヤ空気圧警報処理のフローチャートを示す。この処理は、例えば6msec毎に割込んで実行される割込み処理である。同図中、ステップS10ではサイクルカウンタの値が所定値 $n$  ( $n$ は例えば16)未満か否かを判別し、サイクルカウンタ $<n$ の場合はステップS12に進む。なお、上記サイクルカウンタはメインルーチンの開始時にゼロリセットされている。ステップS12ではパルスカウンタ $pfr$ の値が所定値 $Q$ 未満か否かを判別し、 $pfr < Q$ の場合はステップS14に進む。

【0020】ところで、カウンタ $pfr$ は右前輪の車輪速パルスを積算カウントする15ビットのカウントであり、同様に15ビットのカウント $pfl$ ,  $pr r$ ,  $pr l$  夫々で左前輪、右後輪、左後輪夫々の車輪速パルスを積算カウントする。所定値 $Q$ は例えば30000である。ステップS14では前回の処理後に発生した右前輪、左前輪、右後輪、左後輪夫々の車輪速パルスをカウントしたカウンタ $nfr$ ,  $nfl$ ,  $nrr$ ,  $nrl$  夫々の値を次式によりカウンタ $pfr$ ,  $pfl$ ,  $pr r$ ,  $pr l$  夫々に積算する。

$$pfr = pfr + nfr$$

$$pfl = pfl + nfl$$

$$pr r = pr r + nrr$$

$$pr l = pr l + nrl$$

この積算後、ステップS16で、カウンタ $nfr$ ,  $nfl$ ,  $nrr$ ,  $nrl$  夫々はゼロリセットされて処理サイクルを終了する。

【0022】ステップS10～S16を繰り返した後、ステップS12で $pfr \geq Q$ となった場合はステップS18に進む。ここでは他のカウンタ $pfl$ ,  $pr r$ ,  $pr l$  夫々の値も $Q$ 近傍であり、ステップS18では次式により $pfr$ ,  $pfl$ ,  $pr r$ ,  $pr l$  夫々と $Q$ との偏差 $\Delta fr$ ,  $\Delta fl$ ,  $\Delta rr$ ,  $\Delta rl$ を積算する。

$$\Delta fr = \Delta fr + (pfr - Q)$$

$$\Delta fl = \Delta fl + (pfl - Q)$$

$$\Delta rr = \Delta rr + (pr r - Q)$$

$$\Delta rl = \Delta rl + (pr l - Q)$$

次に、ステップS20でサイクルカウンタを1だけインクリメントし、カウンタ $pfr$ ,  $pfl$ ,  $pr r$ ,  $pr l$  夫々をゼロリセットして処理サイクルを終了する。このステップS18, S20を $n$ 回繰り返した後、ステップS10でサイクルカウンタ $\geq n$ となる、つまり右前輪の車輪速パルスが480000パルスを超えると、ステップS22に進む。

【0023】ステップS22では判定フラグ $judge$ を0にリセットし、次のステップS24で4輪の積算偏差から動荷重半径比 $(\Delta fr - \Delta fl - \Delta rr + \Delta rl)$ を求め、これが閾値 $K$ を超えるか否かを判別する。 $K < \Delta fr - \Delta fl - \Delta rr + \Delta rl$ の場合はステップS26で判定フラグ $judge$ を1にセットしてステッ

プS28に進み、 $K \geq \Delta fr - \Delta fl - \Delta rr + \Delta rl$ の場合はそのままステップS28に進む。

【0024】ステップS28では4輪の積算偏差から動荷重半径比 $(\Delta fr - \Delta fl - \Delta rr + \Delta rl)$ を求め、これが閾値 $-K$ 未満か否かを判別する。 $-K > \Delta fr - \Delta fl - \Delta rr + \Delta rl$ の場合はステップS30で判定フラグ $judge$ を1にセットしてステップS32に進み、 $-K \leq \Delta fr - \Delta fl - \Delta rr + \Delta rl$ の場合はそのままステップS32に進む。

10 【0025】ステップS32では判定フラグ $judge$ が1か否かを判別し、 $judge = 1$ の場合はステップS34に進んで警報処理を実行し、図示しない警報器より空気圧低下警報を発してステップS36に進む。 $judge \neq 1$ の場合はそのままステップS36に進む。つまり動荷重半径比 $(\Delta fr - \Delta fl - \Delta rr + \Delta rl)$ が $K$ から $-K$ までの範囲にあるときは4輪夫々の車輪速が略同一であるため空気圧低下のおそれはないとして空気圧低下警報を出さず、上記動荷重半径比が $K$ を超えるか、又は $-K$ 未満の場合はいずれかの車輪のタイヤ空気圧が低下してタイヤ半径が小さくなって車輪速パルスが他の車輪より多く出力されているとして空気圧低下警報を発する。

20 【0026】ステップS36では、積算偏差 $\Delta fr$ ,  $\Delta fl$ ,  $\Delta rr$ ,  $\Delta rl$  夫々をゼロリセットし、次にステップS38でサイクルカウンタをゼロリセットし、またカウンタ $pfr$ ,  $pfl$ ,  $pr r$ ,  $pr l$  夫々をゼロリセットして処理サイクルを終了する。ここで、左前輪( $fr$ )又は左後輪( $rl$ )の空気圧が低下したとき動荷重半径比 $(\Delta fr - \Delta fl - \Delta rr + \Delta rl)$ は正となり、左前輪( $fl$ )又は右後輪( $rr$ )の空気圧が低下したとき動荷重半径比は負となる。このことに基づき、また、ワイヤレスタイヤ空気圧センサ30が右前輪に取り付けられているとしたときの警報処理のフローチャートを図5に示す。

30 【0027】図5において、ステップS40ではワイヤレスタイヤ空気圧センサ30で得た右前輪の空気圧 $SPfr$ が正常か否かを判別する。 $SPfr$ が正常でなければステップS42に進み、空気圧低下は右前輪と推定し、ステップS44で警報を行って処理を終了する。 $SPfr$ が正常な場合はステップS46で動荷重半径比 $\Delta fr - \Delta fl - \Delta rr + \Delta rl$ が正か否かを判別し、動荷重半径比が正であればステップS48に進み、空気圧低下は左後輪と推定しステップS44で警報を行う。

40 【0028】一方、ステップS46で動荷重半径比が負の場合はステップS50で $\Delta rr < \Delta fl$ を満足するか否かを判別し、 $\Delta rr < \Delta fl$ の場合はステップS52に進んで空気圧低下は左前輪と推定しステップS44で警報を行う。 $\Delta rr > \Delta fl$ の場合はステップS54に進んで空気圧低下は右後輪と推定しステップS44で警報を行う。

【0029】この実施例ではワイヤレスタイヤ空気圧センサ30の発信信号を、このセンサ30が設けられた車輪12の車輪速センサ20を接続しているワイヤハーネス23bで受信している。この発信信号は例えば周波数300MHzと車輪速センサの出力する車輪速パルスに対して十分に高い周波数であり、両信号を周波数分離するのは簡単である。車輪速センサ及びワイヤハーネスはABS等の他システムで既に使用されているため、上記ワイヤレスタイヤ空気圧センサ30の発信信号を受信するアンテナを車輪の近傍に設ける必要がなく、また、アンテナからECU25までの配線を設ける必要がなくなる。

【0030】図6は本発明装置の第2実施例の構成図を示す。同図中、左右前輪11、12及び左右後輪13、14夫々には夫々の回転軸にロータ15～18が設けられ、またロータ15～18夫々の歯に対向して車輪速センサ19～22としての電磁ピックアップ夫々が設けられている。各車輪速センサ19～22はワイヤハーネス23a～23dによってECU45の端子26a～26dに接続されている。また前輪12のタイヤ内部にはワイヤレスタイヤ空気圧センサ30が設けられている。

【0031】ワイヤレスタイヤ空気圧センサ30から送信された信号は距離的に最も近い車輪の車輪速センサのワイヤハーネスで受信されECU45に供給される。ECU45は例えば車輪速センサ19～22の各信号を使用するアンチロックブレーキシステム(ABS)の制御を行っている。ECU45の端子26a～26d夫々はインピーダンス調整回路40a～40dを介してバッファ回路41に接続されると共に、結合容量C01～C04を介して高周波受信回路42に接続されている。また、バッファ回路41の車輪速信号の入力端子はノイズ除去用の容量C1～C4を介して接地されている。

【0032】インピーダンス調整回路40a～40dはワイヤハーネス23a～23dのインピーダンスを調整してワイヤレスタイヤ空気圧センサ30の送信信号を受信しやすくしており、また、この受信信号がバッファ回路41側に流れることを抑止する。このため、上記受信信号は結合容量C01～C04夫々を通して高周波受信回路42に供給される。このインピーダンス調整回路40a～40dと結合容量C01～C04が抽出手段に対応する。高周波受信回路42はワイヤレスタイヤ空気圧センサ30の送信周波数を同調し、これを中間周波数に変換して増幅した後、検波することによりタイヤ空気圧検出値のコードを復調する。この復調されたコードは1チップのマイクロコンピュータ43に供給される。

【0033】また、バッファ回路41は端子26a～26d夫々から供給される車輪速センサ19～22夫々の回転検出パルスを波形整形してマイクロコンピュータ43に供給する。第1実施例ではワイヤレスタイヤ空気圧センサ30の発信信号を車輪速パルスと周波数分離する

ためのインピーダンス調整回路40aと結合容量C0とをワイヤハーネス23bに対してのみ設けているため、車輪をローテーションさせた場合には、ワイヤレスタイヤ空気圧センサ30による検出ができなくなる。

【0034】これに対し、第2実施例では各ワイヤハーネス23a～23d夫々に対してインピーダンス調整回路40a～40dと結合容量C01～C04を設けているため、車輪のローテーションでワイヤレスタイヤ空気圧センサ30が設けられた車輪を左右前後輪のどの位置に配置することも可能となる。図7は本発明装置の第3実施例の構成図を示す。同図中、左右前輪11、12及び左右後輪13、14夫々には夫々の回転軸にロータ15～18が設けられ、またロータ15～18夫々の歯に対向して車輪速センサ19～22としての電磁ピックアップ夫々が設けられている。各車輪速センサ19～22はワイヤハーネス23a～23dによってECU47の端子26a～26dに接続されている。また前輪12のタイヤ内部にはワイヤレスタイヤ空気圧センサ30が設けられている。

【0035】ワイヤレスタイヤ空気圧センサ30から送信された信号は距離的に最も近い車輪の車輪速センサのワイヤハーネスで受信されECU47に供給される。ECU47は例えば車輪速センサ19～22の各信号を使用するアンチロックブレーキシステム(ABS)の制御を行っている。ECU47の端子26a～26d夫々はインピーダンス調整回路40a～40dを介してバッファ回路41に接続されると共に、結合容量C01～C04を介して高周波受信回路42に接続されている。また、バッファ回路41の車輪速信号の入力端子はノイズ除去用の容量C1～C4を介して接地されている。

【0036】インピーダンス調整回路40a～40dはワイヤハーネス23a～23dのインピーダンスを調整してワイヤレスタイヤ空気圧センサ30の送信信号を受信しやすくしており、また、この受信信号がバッファ回路41側に流れることを抑止する。このため、上記受信信号は結合容量C01～C04夫々を通して選択手段であるマルチプレクサ48に供給され、マルチプレクサ48で選択された結合容量C01～C04のいずれか1つを通った受信信号が高周波受信回路42に供給される。高周波受信回路42はワイヤレスタイヤ空気圧センサ30の送信周波数を同調し、これを中間周波数に変換して増幅した後、検波することによりタイヤ空気圧検出値のコードを復調する。この復調されたコードは1チップのマイクロコンピュータ43に供給される。

【0037】また、バッファ回路41は端子26a～26d夫々から供給される車輪速センサ19～22夫々の回転検出パルスを波形整形してマイクロコンピュータ43に供給する。ここで、ワイヤレスタイヤ空気圧センサ30は消費電力を抑え寿命を延ばすために、例えば数時間毎に図8(B)に示すように8フレーム連続して発信信号

を出力する。この8フレームの内容は全て同一である。また、マイクロコンピュータ43はマルチプレクサ48に制御信号を供給して、図8(A)に示すように接続選択する結合容量C01~C04を時間2・T単位で切り換える。図中の1ch~4chは結合容量C01~C04に対応している。これにより、マイクロコンピュータ43では高周波受信回路42の出力レベルが最大となる  
とき、接続選択している結合容量を通じて発信信号が供給されていることを知り得、その後、イグニッションオフとなるまで発信信号が受信されたワイヤハーネスを選択するようマルチプレクサ48の切り換えを停止させる。

【0038】第2実施例ではローテーション後、4輪のうち、どの車輪にワイヤレスタイヤ空気圧センサ30が設けられているのか自動的に認識することはできないが、第3実施例ではこれを自動的に認識できる。図9は本発明装置の第4実施例の構成図を示す。同図中、左右前輪11、12及び左右後輪13、14夫々には夫々の回転軸にロータ15~18が設けられ、またロータ15~18夫々の歯に対向して車輪速センサ19~22としての電磁ピックアップ夫々が設けられている。車輪速センサ19~22はワイヤハーネス配線23a~23dによってECU49の端子26a~26dに接続されている。また前輪12のタイヤ内部には送信手段としてのワイヤレスタイヤ空気圧センサ50が設けられている。

【0039】図10はワイヤレスタイヤ空気圧センサ50のブロック図を示す。同図中、空気圧ゲージ31はタイヤ空気圧を検出して、その検出値をコード化部32に供給する。コード化部32ではタイヤ空気圧検出値を所定のコードに変換して送信回路33に供給する。送信回路33は供給されるコードで搬送波を変調し、周波数が例えば300MHz又は60MHz程度の送信信号とし、これをアンテナ34から送信する。アンテナ51はECU49より送信された高周波電力を受信する。この高周波電力は受信検波回路52で検波され、これによって得られる電力は電源制御部53に内蔵されるバッテリーに蓄えられる。電源制御部53は内蔵バッテリーからの電源を安定化して空気圧ゲージ31、コード化部32、送信回路33夫々に供給する。上記のアンテナ51、受信検波回路52が高周波電力受信手段に対応する。

【0040】ワイヤレスタイヤ空気圧センサ50から送信された信号は距離的に最も近い車輪の車輪速センサのワイヤハーネスで受信されECU49に供給される。ECU49は例えば車輪速センサ19~22の各信号を使用するアンチロックブレーキシステム(ABS)の制御を行っている。ECU49の端子26a~26d夫々はインピーダンス調整回路40a~40dを介してバッファ回路41に接続されると共に、結合容量C01~C04を介して高周波受信回路42に接続されている。ま

た、バッファ回路41の車輪速信号の入力端子はノイズ除去用の容量C1~C4を介して接地されている。

【0041】インピーダンス調整回路40a~40dはワイヤハーネス23a~23dのインピーダンスを調整してワイヤレスタイヤ空気圧センサ50の送信信号を受信しやすくしており、また、この受信信号がバッファ回路41側に流れることを抑止する。このため、上記受信信号は結合容量C01~C04夫々を通してマルチプレクサ48に供給され、マルチプレクサ48で選択された結合容量C01~C04のいずれか1つを通った受信信号がスイッチ55を通して高周波受信回路42に供給される。

【0042】高周波受信回路42はワイヤレスタイヤ空気圧センサ50の送信周波数を同調し、これを中間周波数に変換して増幅した後、検波することによりタイヤ空気圧検出値のコードを復調する。この復調されたコードは1チップのマイクロコンピュータ43に供給される。また、バッファ41は端子26a~26d夫々から供給される車輪速センサ19~22夫々の回転検出パルスを波形整形してマイクロコンピュータ43に供給する。

【0043】マイクロコンピュータ43はスイッチ55に高周波受信回路42を選択させた状態でマルチプレクサ48に制御信号を供給して、接続選択する結合容量C01~C04を時間2・T単位で切り換える。これにより、マイクロコンピュータ43では高周波受信回路42の出力レベルが最大となるとき、接続選択している結合容量を通じて発信信号が供給されていることを知り得、その後、イグニッションオフとなるまで発信信号が受信されたワイヤハーネスを選択するようマルチプレクサ48の切り換えを停止させる。

【0044】スイッチ55はマイクロコンピュータ43の制御により高周波受信回路42と高周波電力送信手段としての高周波電力送信回路56とのいずれか一方を選択してマルチプレクサ48に接続する。スイッチ55で高周波電力送信回路56が選択されると、高周波電力送信回路56の出力する高周波電力がマルチプレクサ48の選択している結合容量を通してワイヤレスタイヤ空気圧センサ50の設けられた車輪に対応するワイヤハーネスに供給され、このワイヤハーネスからワイヤレスタイヤ空気圧センサ50に対して送信され電源制御部53内のバッテリーに電力が蓄えられる。

【0045】この第4実施例ではワイヤレスタイヤ空気圧センサ50の電源を外部から高周波電力のかたちで供給しているため、ワイヤレスタイヤ空気圧センサ50を半永久的に使用することができる。上記の各実施例は動荷重半径比によりタイヤ空気圧を推定する方式であるが、これに限らずオブザーバによりタイヤ空気圧を推定する方式を用いても良い。この場合、図1、図6、図7、図9夫々のマイクロコンピュータ43の代りに図11に示すタイヤ空気圧推定装置を用いる。

【0046】図11において、車輪速センサで検出された車輪速信号はバンドパスフィルタ群110に供給される。ここでは車両の4輪夫々の車輪速信号が所定時間毎に順次切換えられてバンドパスフィルタ群110に供給される。バンドパスフィルタ群110は例えば5個のバンドパスフィルタBPF110<sub>1</sub>～110<sub>5</sub>より構成されている。このバンドパスフィルタ(BPF)110<sub>1</sub>～110<sub>5</sub>夫々の通過周波数帯域特性は図12に示す如く互いに異なっている。なお、バンドパスフィルタ(BPF)110<sub>1</sub>～110<sub>5</sub>夫々の通過周波数帯域は後述するオブザーバ群140内のオブザーバ140<sub>1</sub>～140<sub>5</sub>夫々に対応している。上記のバンドパスフィルタ110<sub>1</sub>～110<sub>5</sub>夫々で帯域制限された車輪速信号はオブザーバ選択部120に供給されると共に重み付け回路130に供給される。

【0047】オブザーバ選択部120は端子125から供給されるワイヤレスタイヤ空気圧センサ検出値が大きく変化したとき、バンドパスフィルタ110<sub>1</sub>～110<sub>5</sub>夫々の出力信号の2乗和演算を各別に行い、得られた5つの2乗和演算値のうちの最大値を探す。そして最大値となった番号*i*(*i*は1～5の整数)に対応する重み付け回路130、150内の乗算器130<sub>*i*</sub>、150<sub>*i*</sub>に対して重み係数*k<sub>i</sub>*=1を供給し、その他の乗算器130<sub>*j*</sub>、150<sub>*j*</sub>(1≤*j*≤5, *j*≠*i*)に対して重み係数*k<sub>j</sub>*=0を供給する。

【0048】重み付け回路130はバンドパスフィルタ110<sub>1</sub>～110<sub>5</sub>夫々の出力信号を各別に供給される乗算器130<sub>1</sub>～130<sub>5</sub>より構成され、前述の如く、重み係数*k<sub>i</sub>*=1の乗算器130<sub>*i*</sub>だけがバンドパスフィルタ110<sub>*i*</sub>の出力信号を次段のオブザーバ群140のオブザーバ140<sub>*i*</sub>に供給する。他の乗算器140<sub>*j*</sub>

$$\begin{bmatrix} \dot{\omega}_R \\ \dot{\omega}_B \\ \dot{\theta}_{RB} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & -K/J_R \\ 0 & 0 & K/J_B \\ 1 & -1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \omega_R \\ \omega_B \\ \theta_{RB} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1/J_R \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} T_1 + \begin{bmatrix} 0 \\ -1/J_B \\ 0 \end{bmatrix} T_d \quad \dots (5)$$

【0053】ここで、タイヤ78の空気圧が変化し、ねじりばね76のばね定数が*K*から*K*+Δ*K*に変化したときの車輪70の運動は(6)式で表わされる。

$$\begin{bmatrix} \dot{\omega}_R \\ \dot{\omega}_B \\ \dot{\theta}_{RB} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & -K/J_R \\ 0 & 0 & K/J_B \\ 1 & -1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \omega_R \\ \omega_B \\ \theta_{RB} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1/J_R \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} T_1 + \begin{bmatrix} 0 \\ -1/J_B \\ 0 \end{bmatrix} T_d + \begin{bmatrix} -\Delta K/J_R \\ \Delta K/J_B \\ 0 \end{bmatrix} \theta_{RB} \quad \dots (6)$$

【0055】すなわち、ばね定数*K*がΔ*K*だけ変化することは正常なタイヤ78に(6)式の右辺の最終項で表わされる外乱が加えられるのと等価である。この外乱にはばね定数*K*の変化量Δ*K*の情報が含まれており、か

の重み係数*k<sub>j</sub>*は0であるため、他のオブザーバ140<sub>*j*</sub>は無信号である。

【0049】次に、オブザーバ140<sub>1</sub>～140<sub>5</sub>について説明する。オブザーバ140<sub>1</sub>～140<sub>5</sub>は、車輪70の図13に示すモデルに基づいて構成されている。車輪70を、慣性モーメント*J<sub>R</sub>*のリム側部72と慣性モーメント*J<sub>B</sub>*のベルト側部74とがばね定数*K*のねじりばね76により接続されたものとしてモデル化すれば、(2)～(4)の状態方程式が成立し、これによって線形システムが構成される。

【0050】

$$J_R \dot{\omega}_R = -K \theta_{RB} + T_1 \quad \dots (2)$$

$$J_B \dot{\omega}_B = -K \theta_{RB} - T_d \quad \dots (3)$$

$$\dot{\theta}_{RB} = \omega_R - \omega_B \quad \dots (4)$$

ただし、

$\omega_R$  : リム側部72の角速度

$\dot{\omega}_R$  : リム側部72の角加速度

$\omega_B$  : ベルト側部74の角速度

$\dot{\omega}_B$  : ベルト側部74の角加速度

$\theta_{RB}$  : リム側部72とベルト側部74とのねじり角

$T_1$  : 駆動・制動トルク検出位置68により検出される駆動・制動トルク

$T_d$  : 路面からの外乱トルク

なお、実際にはリム側部72とベルト側部74との間にはダンバが存在するが、その影響は比較的小さいため、本実施例においてはその存在が無視されている。

【0051】上記状態方程式をベクトルおよび行列を用いて表わせば(5)式となる。

【0052】

【数1】

【0054】

【数2】

つ、ばね定数*K*はタイヤ78の空気圧に応じて変化するので、この外乱を推定することによってタイヤの空気圧の変化量を推定することができる。この外乱の推定にオブザーバの手法を用いるのであり、いま路面からのトル



ク  $T_d$  をも外乱として扱うことにすれば、推定すべき外乱  $w$  は (7) 式で表わされる。

$$[W] = \begin{bmatrix} 0 \\ -1/J_B \\ 0 \end{bmatrix} T_d + \begin{bmatrix} \Delta K/J_R \\ K/J_B \\ 0 \end{bmatrix} \theta_{RB} \cdots (7)$$

【0057】しかし、理論上、外乱  $[w]$  の中の一つの要素しか推定することができないため、第2要素である  $w_2$  を推定することとする。外乱  $w_2$  を (8) 式で定義

$$w_2 = (-1/J_B) T_d + (\Delta K/J_B) \theta_{RB} \cdots (8)$$

【0058】

$$\begin{bmatrix} \dot{\omega}_R \\ \dot{\omega}_B \\ \dot{\theta}_{RB} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & -K/J_R \\ 0 & 0 & K/J_B \\ 1 & -1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \omega_R \\ \omega_B \\ \theta_{RB} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1/J_R \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} T_1 + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} w_2 \cdots (9)$$

【0059】オブザーバは外乱をシステムの状態変数の一つとして推定するものである。そこで、(8) 式の外乱  $w_2$  をシステムの状態に含めるために、推定すべき外乱のダイナミクスを (10) 式で近似する。

$$w_2' = 0 \cdots (10)$$

これは連続して変化する外乱を段階状に近似（零次近似）することを意味し、オブザーバの外乱推定速度を推

$$\begin{bmatrix} \dot{\omega}_R \\ \dot{\omega}_B \\ \dot{\theta}_{RB} \\ \dot{w}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & -K/J_R & 0 \\ 0 & 0 & K/J_B & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \omega_R \\ \omega_B \\ \theta_{RB} \\ w_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1/J_R \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} T_1 \cdots (11)$$

【0061】(11) 式において、 $[w_B \ \theta_{RB} \ w_2]^T$  が検出することができない状態となる。従って、このシステムに基づいてオブザーバを構成すれば、外乱  $w_2$  と元々測定できない状態変数  $\omega_B$ 、 $\theta_{RB}$  とを推定することができる。記述を簡単にするために、(1

定すべき外乱の変化に比べて十分速くすれば、この近似は十分に許容される。(10) 式より、外乱  $w_2$  をシステムの状態に含めると (11) 式の拡張系が構成される。

【0060】

【数5】

1) 式のベクトルおよび行列を分解して次のように表わすこととする。

【0062】

【数6】

$$\begin{bmatrix} \dot{X}_a \\ \dot{X}_b \\ \dot{U} \\ \dot{A}_{11} \\ \dot{A}_{12} \\ \dot{A}_{21} \\ \dot{A}_{22} \\ \dot{B}_1 \\ \dot{B}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \omega_R \\ \omega_B \\ T_1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ -1/J_R \\ 1/J_R \\ 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \theta_{RB} \\ w_2 \end{bmatrix}^T$$

【0063】このとき、状態  $[Z] = [\omega_B \ \theta_{RB} \ w_2]^T$  を推定する最小次元オブザーバの構成は

$$\begin{aligned} [Z_p'] &= [A_{21}] [X_a] + [A_{22}] [Z_p] + [B_2] [u] + [G] \{ \\ & [X_a'] - ([A_{11}] [X_a] + [A_{12}] [Z_p] + [B_1] [u]) \} = ( \\ & [A_{21}] - [G] [A_{11}]) [X_a] + ([A_{22}] - [G] [A_{12}]) [Z_p] \\ & + [G] [X_a'] + ([B_2] - [G] [B_1]) [u] \cdots (12) \end{aligned}$$



ただし、

$[Z_p]$  :  $[Z]$  の推定値

$[Z_p']$  : 推定値  $[Z_p]$  の変化率

$[G]$  : オブザーバの推定速度を決めるゲイン

$$[e'] = ([A_{22}] - [G][A_{12}])[e] \cdots (13)$$

これはオブザーバの推定特性を表わしており、行列

$([A_{22}] - [G][A_{12}])$  の固有値がすなわちオブザーバの極となる。従って、この固有値が  $s$  平面の左半面において原点から離れるほどオブザーバの推定速度が速くなる。オブザーバゲイン  $[G]$  は希望の推定速度に

【0065】なお、以上は、外乱  $w_2$  が前記(8)式、すなわち  $w_2 = (1/J_B) T_d + (\Delta K/J_B) \theta_{RB}$  で表わされるものとして、オブザーバのうち、ねじりばね76のばね定数  $K$  が  $\Delta K$  変化した場合の外乱  $w_2$  を推定する部分の構成を説明したが、オブザーバの、ベルト側部74の慣性モーメント  $J_B$  が  $J_B + \Delta J_B$  に変化した場合、ならびにリム側部72の慣性モーメント  $J_R$  が  $J_R + \Delta J_R$  に変化した場合の外乱をそれぞれ推定する部分も同様に構成することができる。

【0066】オブザーバ群140内の複数のオブザーバ140<sub>i</sub> ~ 140<sub>s</sub> 夫々はラジアルタイヤ、スタッドレスタイヤ等のタイヤ種別、及びタイヤ幅や偏平率のタイヤ形状等が異なるタイヤ夫々に対応したタイヤモデルで作成されている。このように、タイヤ種別やタイヤ形状が異なると、車輪速信号のタイヤ振動の共振周波数は異なる値となる。タイヤ空気圧の変化による上記共振周波数の変移はタイヤ種別やタイヤ形状の異なりによる共振周波数の異なりに比べると小さい値であり、オブザーバ140<sub>i</sub> ~ 140<sub>s</sub> 夫々が解析する車輪速信号のタイヤ振動の共振周波数は図14(A) ~ (E) 夫々の実線 I<sub>1</sub> ~ I<sub>s</sub> に示す如くなる。これに対応してバンドパスフィルタ110<sub>i</sub> ~ 110<sub>s</sub> 夫々の通過周波数帯域は実線 II<sub>1</sub> ~ II<sub>s</sub> に示すように設定されている。

【0067】このため、タイヤ交換時にバンドパスフィルタ110<sub>i</sub> ~ 110<sub>s</sub> 夫々で帯域制限された信号の2乗和を演算すると、交換により装着されたタイヤの共振周波数が含まれる信号帯域の2乗和の値が最大となり、この共振周波数を含む帯域の信号だけが対応するオブザーバ140<sub>i</sub> に供給され演算が行われる。他のオブザーバ140<sub>j</sub> については無信号であるため演算は行われない。

【0068】上記のオブザーバ140<sub>i</sub> 出力はオブザーバ選択部120によって重み係数  $k_i = 1$  とされた重み付け回路150の乗算器150<sub>i</sub> を通して空気圧推定部160に供給する。重み付け回路150の他の乗算器150<sub>j</sub> は重み係数  $k_j = 0$  であるため信号の出力はない。空気圧推定部160はオブザーバ140<sub>i</sub> の出力信号を演算してタイヤ空気圧の推定を行う。

【0069】図15はタイヤ空気圧推定装置の実行する

また、真値  $[Z]$  と推定値  $[Z_p]$  との誤差  $[e]$  を  $[e] = [Z] - [Z_p]$  とおき、誤差  $[e]$  の変化率を  $[e']$  とすると、(13) 式の関係を得る。

【0064】

処理のフローチャートを示す。同図中、ステップS60でワイヤレスタイヤ空気圧センサ30から検出値の通信があったか否かを判別し、通信があればステップS60に進み、前回の検出値と今回の検出値との間に閾値を越える著しい差があるか否かを判別して、著しい差があればステップS64に進む。

【0070】ステップS64の初期化ルーチンでは、バンドパスフィルタ110<sub>i</sub> ~ 110<sub>s</sub> 夫々の出力信号の2乗和演算を各別に行い、得られた5つの2乗和演算値のうちの最大値を探す。そして最大値となった番号  $i$  に対応する、重み付け回路130<sub>i</sub>、150<sub>i</sub> 内の乗算器130<sub>i</sub>、150<sub>i</sub> に対して重み係数  $k_i = 1$  を供給し、その他の乗算器130<sub>j</sub>、150<sub>j</sub> に対して重み係数  $k_j = 0$  を供給する。次にステップS66でワイヤレスタイヤ空気圧センサ30の検出値を更新して格納し、ステップS60に進む。

【0071】一方、ステップS60で通信がない場合、又はステップS62で差が閾値より小さい場合にはステップS68に進み、初期化ルーチンで選択したオブザーバ140<sub>i</sub> を用いてタイヤ空気圧の推定を行う。次にステップS70の警報ルーチンでタイヤ空気圧の推定値を所定の閾値と比較して空気圧低下判定を行い、空気圧低下判定がなされた場合に警報を行い、ステップS60に進む。

【0072】

【発明の効果】上述の如く、請求項1に記載の発明は、車両の全輪に設けられ各車輪の車輪速を検出する車輪速検出手段と、少なくとも1つの車輪に設けられ、そのタイヤ空気圧を検出し、タイヤ空気圧の発信信号を送信する送信手段と、受信された前記発信信号からタイヤ空気圧を得る受信手段と、前記車輪速検出手段よりの全輪の車輪速と、受信手段よりのタイヤ空気圧とを用いて全輪のタイヤ空気圧状態を判定する判定手段とを有するタイヤ空気圧検出装置において、前記車輪速検出手段で検出した車輪速を前記判定手段に供給する信号配線をアンテナとして前記発信信号を受信すると共に、前記信号配線から前記受信された発信信号を取り出して前記受信手段に供給する抽出手段を有する。

【0073】このように、タイヤ空気圧の発信信号は車輪速の信号配線をアンテナとして受信され、この信号配線を通して受信手段に供給されるため、車体側の車輪近傍に受信器を配設する必要がなく、車両搭載性が向上する。また、請求項2に記載の発明は、請求項1記載のタイヤ空気圧検出装置において、前記抽出手段を、全輪の車輪速検出手段夫々の信号配線に設ける。

【0074】これにより、車輪のローテーションを行って、送信手段を設けた車輪がどの位置になっても、上記タイヤ空気圧の発信信号を受信できる。また、請求項3に記載の発明は、請求項2記載のタイヤ空気圧検出装置において、前記全輪の信号配線夫々に設けられた抽出手段のうちいずれか1つの抽出手段の出力する発信信号を選択して前記受信手段に供給する選択手段を有する。

【0075】このため、送信手段を設けた車輪がどの位置であっても、タイヤ空気圧の発信信号を受信できると共に、その位置が自動的に認識可能となる。また、請求項4に記載の発明は、請求項1乃至3記載のタイヤ空気圧検出装置において、前記送信手段に設けられ、受信した高周波電力を受信して電源を蓄える高周波電力受信手段と、前記信号配線をアンテナとして所定期間に前記送信手段に高周波電力を送信する高周波電力送信手段とを有する。

【0076】このため、送信手段に対して、その電源をワイヤレスで供給でき、送信手段を半永久的に使用できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の構成図である。

【図2】ワイヤレスタイヤ空気圧センサのブロック図である。

【図3】発信信号の情報フレームフォーマットを示す図である。

【図4】タイヤ空気圧警報処理のフローチャートである。

【図5】警報処理のフローチャートである。

【図6】本発明の構成図である。

【図7】本発明の構成図である。

【図8】マルチプレクサの切り換えタイミングを説明するための図である。

【図9】本発明の構成図である。

【図10】ワイヤレスタイヤ空気圧センサのブロック図である。

【図11】タイヤ空気圧推定装置のブロック図である。

【図12】バンドパスフィルタの特性図である。

【図13】オブザーバ選択部のブロック図である。

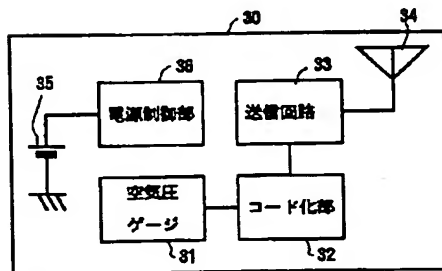
【図14】車輪の力学モデルを示す図である。

【図15】タイヤ空気圧推定装置の実行する処理のフローチャートである。

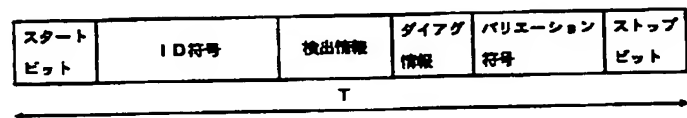
【符号の説明】

- 11～14 車輪  
15～18 ロータ  
19～22 車輪速センサ  
23a～23d ワイヤハーネス  
25, 45, 47, 49 ECU  
30, 50 ワイヤレスタイヤ空気圧センサ  
31 空気圧ゲージ  
32 コード化部  
33 送信回路  
34, 51 アンテナ  
35 直流電源  
36, 53 電源制御部  
41 バッファ回路  
42 高周波受信回路  
43 マイクロコンピュータ  
48 マルチプレクサ  
52 受信検波回路  
55 スイッチ  
110 バンドパスフィルタ群  
120 オブザーバ選択部  
130, 150 重み付け回路  
140 オブザーバ群  
160 空気圧推定部

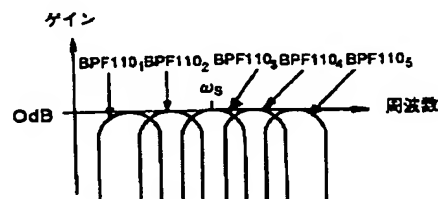
【図2】



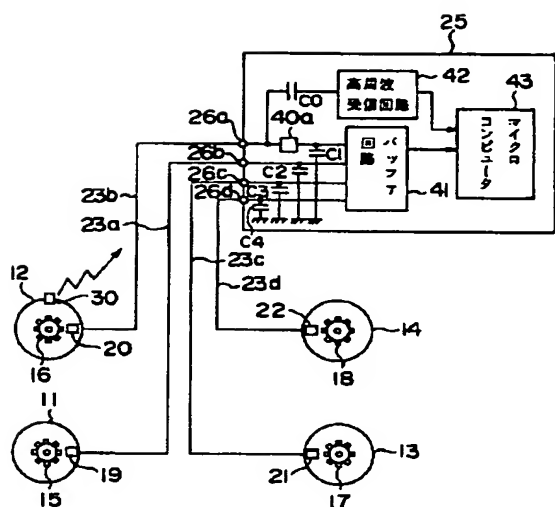
【図3】



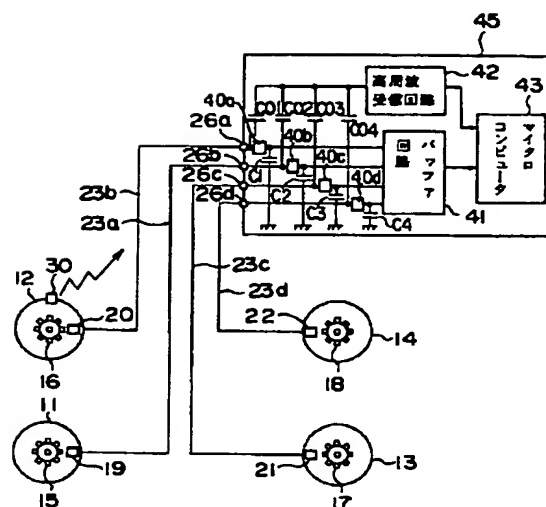
【図12】



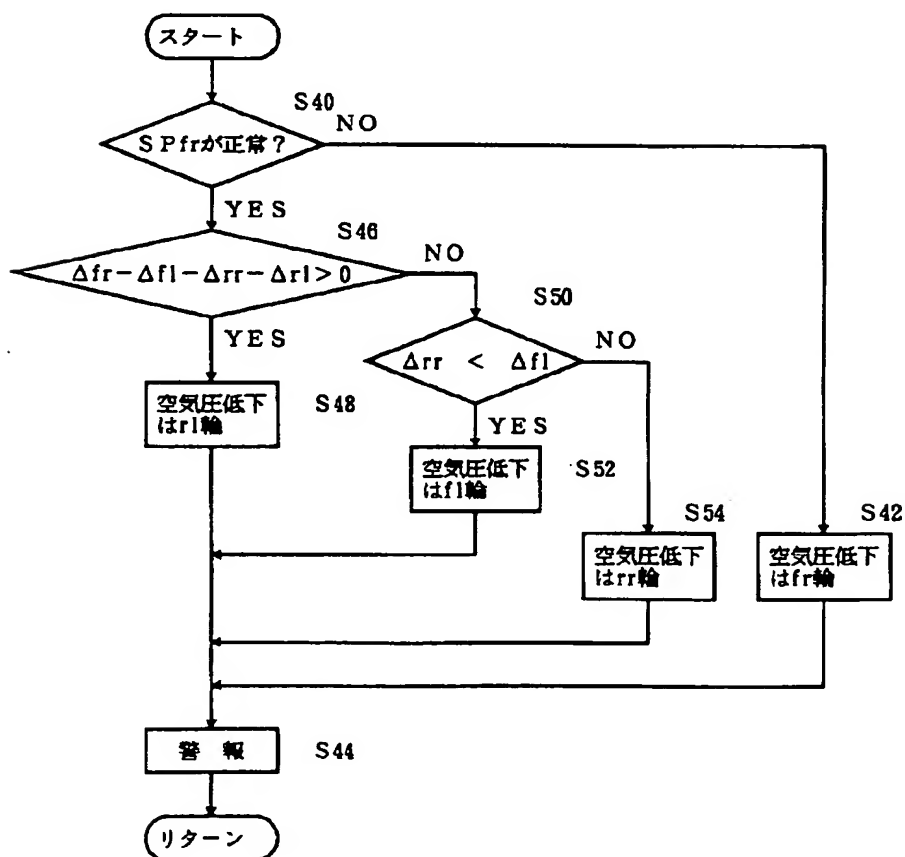
【図1】



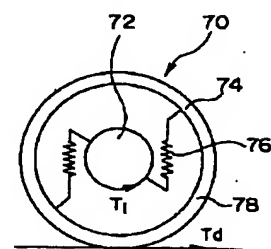
【図6】



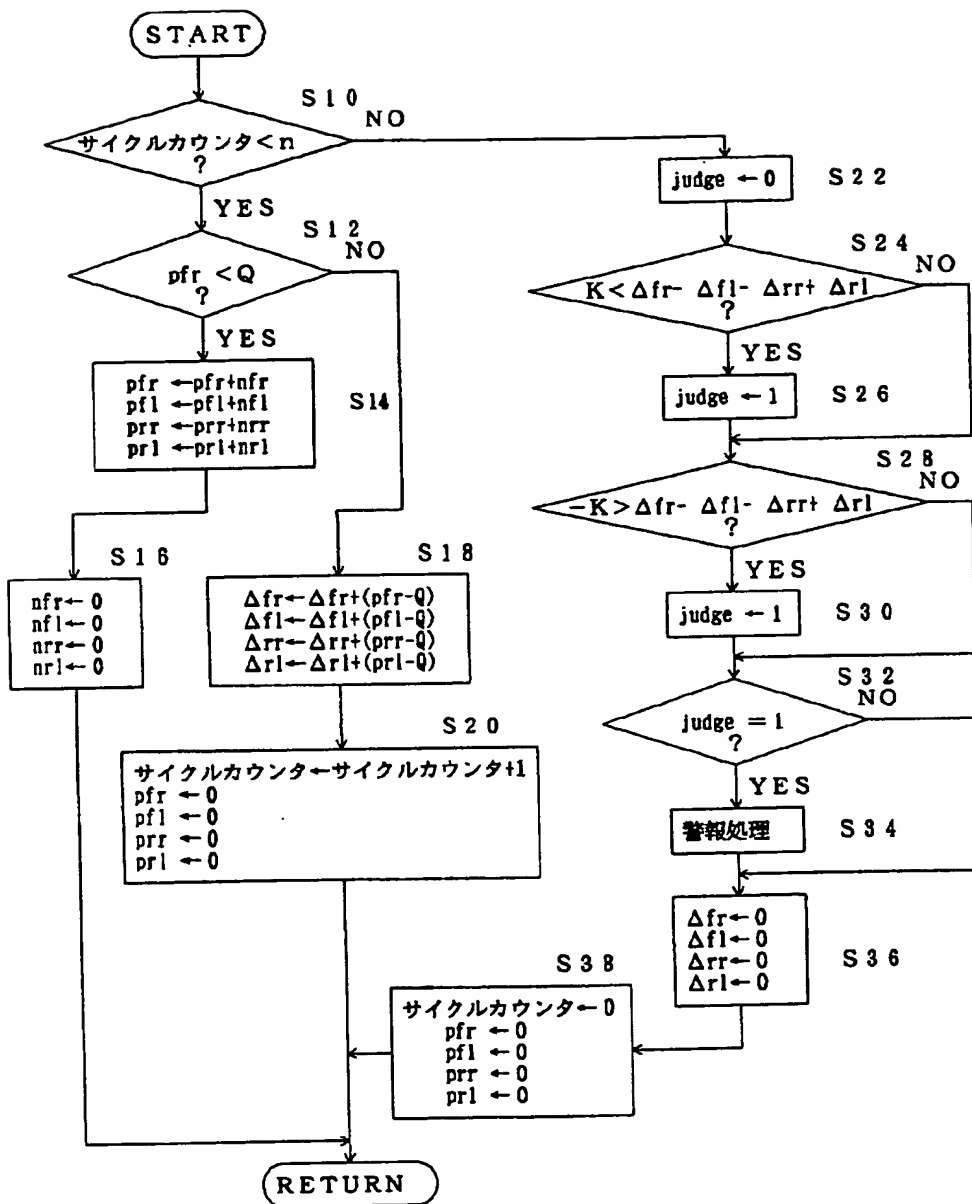
【図5】



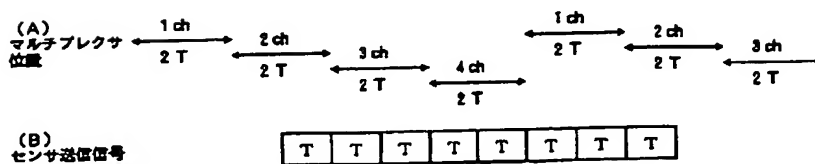
【図13】



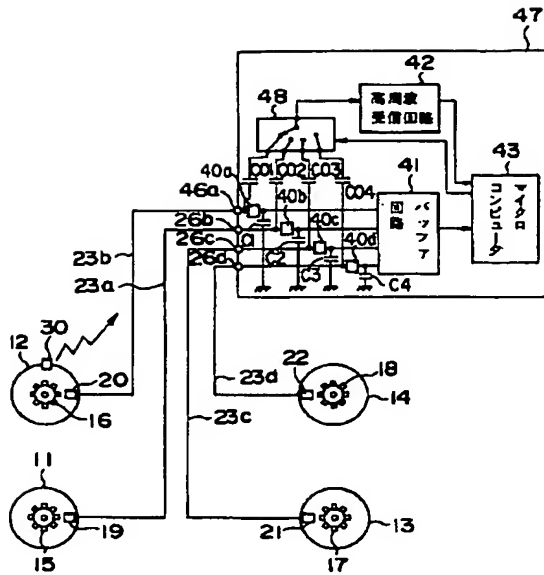
【図4】



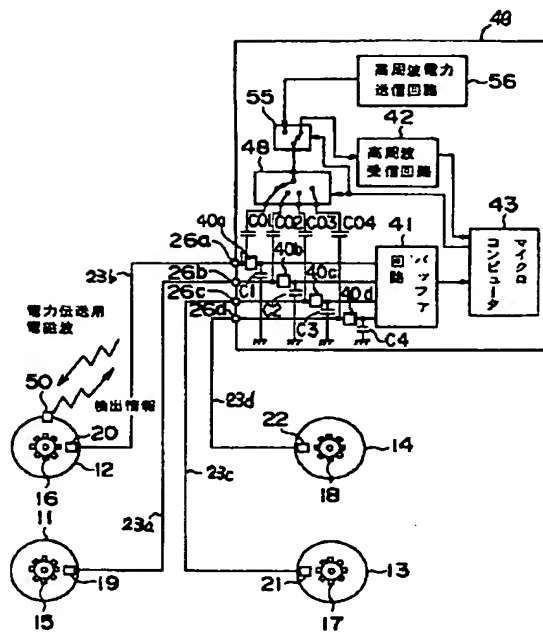
【図8】



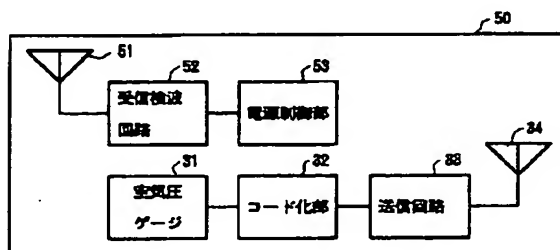
【図7】



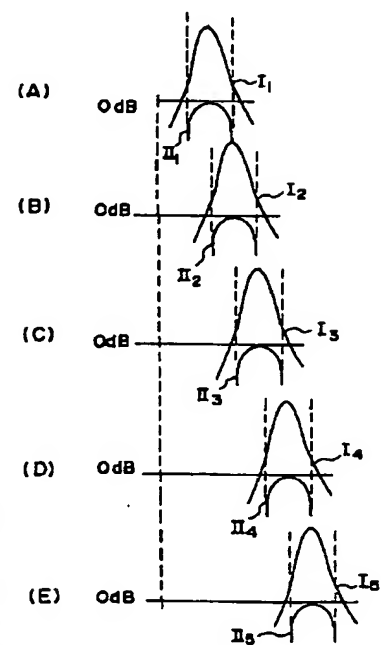
【図9】



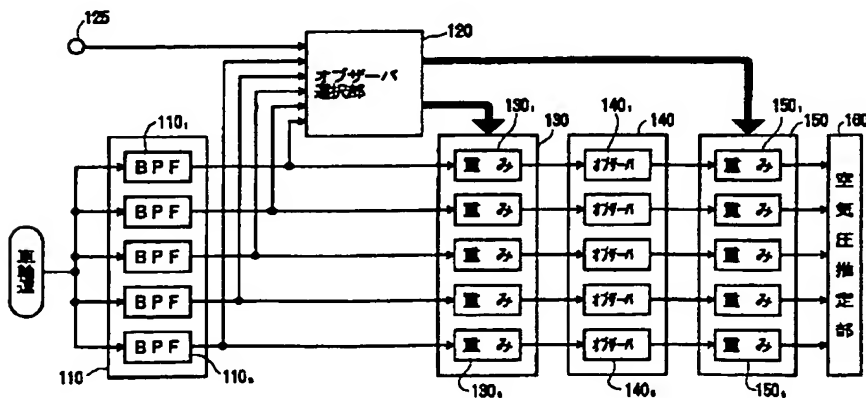
【図10】



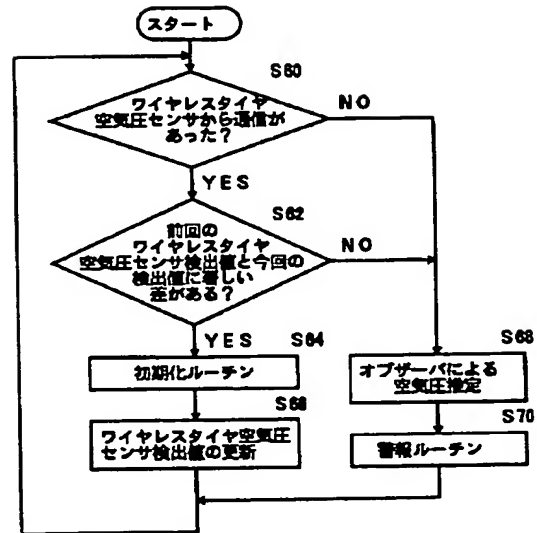
【図14】



【図11】



【図15】



フロントページの続き

(72)発明者 澤藤 和則  
 岐阜県安八郡神戸町1300-1 太平洋工業  
 株式会社北大垣工場内

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-309914

(43)Date of publication of application : 24.11.1998

(51)Int.Cl.

B60C 23/02

B60C 23/06

B60R 16/02

(21)Application number : 09-120998

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP  
PACIFIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 12.05.1997

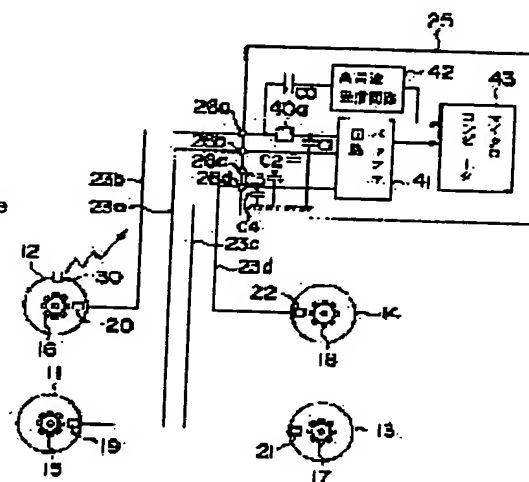
(72)Inventor : IWASAKI KATSUHIKO  
KATO MICHIO  
SAWAFUJI KAZUNORI

## (54) TIRE AIR PRESSURE DETECTING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To dispense with the setting of a receiver near a wheel by using a signal wiring for wheel speed as an antenna for receiving a transmission signal of tire air pressure.

SOLUTION: Rotors 15-18 are provided on respective rotating shafts of lateral front wheels 11, 12 and lateral rear wheels 13, 14, respectively, and electromagnetic pickups as wheel speed sensors 19-22 are provided in opposition to the respective teeth of the rotors 15-18. The wheel speed sensors 19-22 as each wheel speed detecting means are connected to terminals 26a-26d of an electronic control circuit (ECU) 25 by wire harnesses (wirings) 23a-23d. A tire pneumatic sensor 30 as transmitting means is provided on the tire inner part of the right front wheel 12. The pneumatic sensor 30 detects the tire air pressure by a pneumatic gauge, codes the value, and supplies it to a transmitting circuit, wherein the carrier wave is modulated and then transmitted as a transmission signal from an antenna.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

15.11.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3370899

[Date of registration]

15.11.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

15.11.2005



JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

**[Claim(s)]**

[Claim 1] A wheel speed detection means for it to be prepared in all the rings of a car and to detect the wheel speed of each wheel, A transmitting means for it to be prepared in at least one wheel, to detect the tire pressure, and to transmit the dispatch signal of a tire pressure, A receiving means to obtain a tire pressure from said received dispatch signal, and the wheel speed of all the rings from said wheel speed detection means, In the tire-pressure detection equipment which has a judgment means to judge the tire-pressure condition of all rings using the tire pressure from a receiving means Tire-pressure detection equipment characterized by having an extract means to take out said received dispatch signal from said signal wiring, and to supply said receiving means while receiving said dispatch signal by using as an antenna signal wiring which supplies the wheel speed detected with said wheel speed detection means to said judgment means.

[Claim 2] Tire-pressure detection equipment characterized by forming said extract means in the signal wiring of each wheel speed detection means of all rings in tire-pressure detection equipment according to claim 1.

[Claim 3] Tire-pressure detection equipment characterized by having a selection means to choose the dispatch signal which any one extract means outputs in tire-pressure detection equipment according to claim 2 among the extract means formed in each signal wiring of said all rings, and to supply said receiving means.

[Claim 4] Tire-pressure detection equipment which is formed in said transmitting means and characterized by having a high-frequency power receiving means to receive the received high-frequency power and to store a power source, and a high-frequency power transmitting means to transmit high-frequency power to said transmitting means by using said signal wiring as an antenna at a predetermined stage in tire-pressure detection equipment according to claim 1 to 3.

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

## [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the equipment which detects the tire pressure of all rings about tire-pressure detection equipment from the wheel speed of all rings, and the tire pressure of at least one flower.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, the wheel speed of all the rings of a car and the tire pressure of at least one flower are detected, and there is equipment which presumes the tire pressure of all rings. For example, the detecting signal from a wheel speed sensor which detects the wheel speed of four flowers of a car, respectively, and the detecting signal from the pneumatic sensor which detects the tire pressure of a wheel are supplied to a control unit, JP,7-52621,A is asked for the wheel speed of four flowers, and the fall of a tire pressure is detected from change of the wheel speed ratio to the criteria wheel speed of the remaining wheel speed by making into criteria wheel speed wheel speed of a wheel in which the transmitter of a pneumatic sensor was formed. This is detecting the tire air failure of each ring, the coincidence fall of the tire pressure of a front wheel on either side or a rear wheel, the coincidence fall of the tire pressure of a left-hand side and right-hand side order ring, etc.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Conventionally, with equipment, the detecting signal of a tire pressure was sent from the transmitter, and the signal from the above-mentioned transmitter is received in the receive section established in the car body near this wheel. Thus, the receiver had to be formed near the wheel by the side of a car body, and there was a problem that car loading nature was bad.

[0004] This invention aims at offering the tire-pressure detection equipment whose car loading nature does not need to arrange a receiver near the wheel by the side of a car body, and improves by having been made in view of the above-mentioned point, and using the signal wiring of wheel speed as an antenna which receives the dispatch signal of a tire pressure.

[0005]

[Means for Solving the Problem] A wheel speed detection means for invention according to claim 1 to be prepared in all the rings of a car, and to detect the wheel speed of each wheel, A transmitting means for it to be prepared in at least one wheel, to detect the tire pressure, and to transmit the dispatch signal of a tire pressure, A receiving means to obtain a tire pressure from said received dispatch signal, and the wheel speed of all the rings from said wheel speed detection means, In the tire-pressure detection equipment which has a judgment means to judge the tire-pressure condition of all rings using the tire pressure from a receiving means While receiving said dispatch signal by using as an antenna signal wiring which supplies the wheel speed detected with said wheel speed detection means to said judgment means, it has an extract means to take out said received dispatch signal from said signal wiring, and to supply said receiving means.

[0006] Thus, since the signal wiring of wheel speed is received as an antenna and the dispatch signal of a tire pressure is supplied to a receiving means through this signal wiring, it does not need to arrange a receiver near the wheel by the side of a car body, and its car loading nature improves. Invention according to claim 2 forms said extract means in the signal wiring of each wheel speed detection means of all rings in tire-pressure detection equipment according to claim 1.

[0007] Thereby, rotation of a wheel is performed, and even if the wheel which established the transmitting means becomes which location, the dispatch signal of the above-mentioned tire pressure is receivable. Invention according to claim 3 has a selection means to choose the dispatch signal which any one extract means outputs among the extract means formed in each signal wiring of said all rings, and to supply said receiving means, in tire-pressure detection equipment according to claim 2.

[0008] For this reason, even if the wheel which established the transmitting means is which location, while the dispatch signal of a tire pressure is receivable, recognition of that location is attained automatically. Invention according to claim 4 has a high-frequency power receiving means for it to be prepared in said transmitting means, to receive the received high-frequency power, and to store a power source, and a high-frequency power transmitting means to transmit high-frequency power to said transmitting means by using said signal wiring as an antenna at a predetermined stage, in tire-pressure detection equipment according to claim 1 to 3.

[0009] For this reason, to a transmitting means, that power source can be supplied by wireless and a transmitting means can be used semipermanently.

[0010]

[Embodiment of the Invention] Drawing 1 shows the block diagram of the 1st example of this invention equipment. the inside of this drawing, the right-and-left front wheels 11 and 12, and the right-and-left rear wheels 13 and 14 — respectively — being alike — Rota 15-18 prepares in each revolving shaft — having — moreover, Rota 15-18 — each gear tooth — countering — the electromagnetism as wheel speed sensors 19-22 — each pickup is prepared. The wheel speed sensors 19-22 as each wheel speed detection means are connected to the terminals 26a-26d of an electronic control circuit (henceforth ECU) 25 by wire harness (wiring) 23a-23d. Moreover, the wireless tire-pressure sensor 30 as a transmitting means is formed in the interior of the tire of the forward right ring 12.

[0011] Drawing 2 shows the block diagram of the wireless tire-pressure sensor 30. Among this drawing, an air pressure gage 31 detects a tire pressure, and supplies the detection value to the coding section 32. In the coding section 32, a tire-pressure

detection value is changed into a predetermined code, and a sending circuit 33 is supplied. A sending circuit 33 modulates a subcarrier in code supplied, makes it the sending signal whose frequency is 300MHz or about 60MHz, and transmits this from an antenna 34.

[0012] Drawing 3 shows the information frame format of a sending signal. The start bit for a synchronization is prepared in a head among this drawing, and the ID code for next identifying a wireless tire-pressure sensor is prepared. Next, the code of a tire-pressure detection value is arranged as detection information, and when the DAIAGU information which detects the abnormalities in a sensor continuously and is transmitted to a car side, and a different sensor at the time of sensor exchange are used, the variation sign for recognizing that by the car side is arranged. And the stop bit for a synchronization is prepared in the last. The above-mentioned air time of one frame is T. In addition, DAIAGU information and a variation sign are not necessarily required.

[0013] DC power supply 35 are what used the lithium cell, and the power control section 36 stabilizes the power source from these DC power supply 35, and they supply it to an air pressure gage 31, the coding section 32, and sending-circuit 33 each. It is received by wire harness 23b of the wheel speed sensor 20 of the forward right ring 12 near in distance, and the signal transmitted from the wireless tire-pressure sensor 30 is supplied to ECU25. ECU25 is controlling the anti-lock brake system (ABS) which uses each signal of the wheel speed sensors 19-22.

[0014] Terminal 26a of ECU25 is connected to the RF receiving circuit 42 through the joint capacity C0 while connecting with a buffer circuit 41 through impedance equalization circuit 40a. moreover, the terminal 26 — each is connected to a buffer circuit 41 and b-26d of input terminals of the wheel speed signal of a buffer circuit 41 is grounded through the capacity C1-C4 for noise rejection.

[0015] Impedance equalization circuit 40a adjusts the impedance of wire harness 23b, and the sending signal of the wireless tire-pressure sensor 30 is made easy to receive, and it inhibits that this input signal flows to a buffer circuit 41 side. For this reason, the above-mentioned input signal is supplied to the RF receiving circuit 42 through the joint capacity C0. This impedance equalization circuit 40a and the joint capacity C0 correspond to an extract means. The RF receiving circuit 42 aligns the transmit frequencies of a wireless tire-pressure sensor, and after it changes and amplifies this to an intermediate frequency, it restores to the code of a tire-pressure detection value by detecting. This code to which it restored is supplied to the microcomputer 43 of one chip.

[0016] moreover, the buffer circuit 41 — Terminals 26a-26d — respectively — since — the wheel speed sensors 19-22 supplied — each rotation detection pulse is shaped in waveform and a microcomputer 43 is supplied. The principle of this invention detected by 19 to wheel speed sensor 22 each is explained for explaining the processing performed with a microcomputer 43. Four counted value of each wheel speed pulse is set to Pfl, Pfr, Prl, and Prr. A degree type will be materialized if the predetermined value Q is used here.

[0017] An integer, delta fr, delta fl and delta rr, and each deltarl of  $Pfr=n-Q+\text{delta fr}$ ,  $Pfl=n-Q+\text{delta fl}$ ,  $Prr=n-Q+\text{delta rr}$ ,  $Prl=n-Q+\text{delta rl}$ , however n are the deflection (addition deflection) of counted value. Here, the deflection S of the laterality of a front wheel and the laterality of a rear wheel is the dynamic load radius ratio k and equivalence, i.e., approximate value, and is expressed with a degree type.

[0018]

$$S=n-Q-k=(Pfr-Pfl)-(Prr-Prl)$$

$$= \text{delta fr}-\text{delta fl}-(\text{delta rr}-\text{delta rl}) \dots (1)$$

Each tire pressure is normal four flowers, and if the tire radius of each ring is abbreviation identitas, it will be set to  $\text{delta fr}-\text{delta fl} \neq 0$ ,  $\text{delta rr}-\text{delta rl} \neq 0$ , and will be set to  $S \neq 0$ . Moreover, if one of right and left of a front wheel blows out, for example and the tire radius becomes small, it will be set to  $\text{delta fr}-\text{delta fl}=\text{delta rr}-\text{delta rl}=0$ , and will become  $S=a$  ( $a \neq 0$ ). Moreover, if all of four flowers are normal pressure, delta fr, delta fl, delta rr, and each deltarl will serve as a value near the zero.

[0019] Drawing 4 shows the flow chart of tire-pressure alarm processing as a judgment means which a microcomputer 43 performs. This processing is interrupt processing interrupted and performed every 6msec(s). Among this drawing, at step S10, the value of a cycle counter distinguishes whether it is under the predetermined value n (n is 16), and, in cycle counter <n, it progresses to step S12. In addition, zero reset of the above-mentioned cycle counter is carried out at the time of initiation of a main routine. At step S12, the value of an impulse counter pfr distinguishes whether it is under the predetermined value Q, and, in  $pfr < Q$ , it progresses to step S14.

[0020] By the way, Counter pfr is a 15-bit counter which carries out the addition count of the wheel speed pulse of a forward right ring, and carries out the addition count of the wheel speed pulse of a forward left ring, a right rear ring, and each left rear ring by the 15-bit counters pfl and prr and each prl similarly. The predetermined value Q is 30000. At step S14, a degree type integrates the counters nfr, nfl, and nrr which counted the wheel speed pulse of the forward right ring generated after the last processing, a forward left ring, a right rear ring, and each left rear ring, and the value of each nrl to Counters pfr, pfl, and prr and each prl.

[0021]  $pfr=pfr+nfr$ ,  $pfl=pfl+nfl$ ,  $prr=prr+nrr$ ,  $prl=prl+nrl$  — after this addition, at step S16, zero reset of Counters nfr, nfl, and nrr and each nrl is carried out, and they end a processing cycle.

[0022] After repeating steps S10-S16, when it becomes  $pfr \geq Q$  at step S12, it progresses to step S18. Other counters pfl and prr and the value of each prl are also near the Q here, and a degree type integrates the deflection delta fr, delta fl, delta rr, and delta rl of pfr, pfl, prr, each prl, and Q at step S18.

$$\text{deltafr}=\text{deltafr}+(pfr-Q)$$

$$\text{deltafl}=\text{deltafl}+(pfl-Q)$$

$$\text{deltarr}=\text{deltarr}+(prr-Q)$$

$$\text{deltarl}=\text{deltarl}+(prl-Q)$$

Next, only 1 increments a cycle counter at step S20, zero reset of Counters pfr, pfl, and prr and each prl is carried out, and a processing cycle is ended. If it is set to cycle counter  $\geq n$ , that is, the wheel speed pulse of a forward right ring exceeds 480000 pulses at step S10 after repeating these steps S18 and S20 n times, it will progress to step S22.

[0023] At step S22, the judgment flag judge is reset to 0, and it asks for a dynamic load radius ratio ( $\text{delta fr}-\text{delta fl}-\text{delta rr}+\text{delta rl}$ ) from the addition deflection of four flowers at the following step S24, and distinguishes whether this exceeds a threshold K. In  $K < \text{delta fr}-\text{delta fl}-\text{delta rr}+\text{delta rl}$ , the judgment flag judge is set to 1 at step S26, it progresses to step S28, and, in  $K \geq \text{delta fr}-\text{delta fl}-\text{delta rr}+\text{delta rl}$ , it progresses to step S28 as it is.

[0024] At step S28, it asks for a dynamic load radius ratio ( $\Delta f - \Delta f_l - \Delta r + \Delta r_l$ ) from the addition deflection of four flowers, and this distinguishes whether it is under threshold-K. - In  $K > \Delta f - \Delta f_l - \Delta r + \Delta r_l$ , set the judgment flag judge to 1 at step S30, it progresses to step S32, and, in  $-K < \Delta f - \Delta f_l - \Delta r + \Delta r_l$ , progress to step S32 as it is.

[0025] At step S32, the judgment flag judge distinguishes whether it is 1, it progresses to step S34, and from the alarm which does not perform and illustrate alarm processing, in the case of judge=1, an air-failure alarm is emitted, and it progresses to step S36. In the case of judge=1, it progresses to step S36 as it is. An air-failure alarm is not taken out. that is, the time of a dynamic load radius ratio ( $\Delta f - \Delta f_l - \Delta r + \Delta r_l$ ) being in the range from K to -K — four flowers — each wheel speed — abbreviation — fear of an air failure noting that there is nothing since it is the same An air-failure alarm is emitted noting that the above-mentioned dynamic load radius ratio exceeds K, or the tire pressure of one of wheels falls [ the case of under -K ], a tire radius becomes small and many wheel speed pulses are outputted from other wheels.

[0026] At step S36, zero reset of the addition deflection  $\Delta f$ ,  $\Delta f_l$ , and  $\Delta r$  and each  $\Delta r_l$  is carried out, and then zero reset of the cycle counter is carried out at step S38, and zero reset of Counters pfr, pfl, and prr and each prl is carried out, and a processing cycle is ended. Here, when the pneumatic pressure of a forward left ring (fr) or a left rear ring (rl) falls, a dynamic load radius ratio ( $\Delta f - \Delta f_l - \Delta r + \Delta r_l$ ) serves as forward, and when the pneumatic pressure of a forward left ring (fl) or a right rear ring (rr) falls, a dynamic load radius ratio serves as negative. The flow chart of the alarm processing when presupposing that the wireless tire-pressure sensor 30 is attached in a forward right ring based on this is shown in drawing 5.

[0027] In drawing 5, it distinguishes whether the pneumatic pressure SPfr of the forward right ring obtained by the wireless tire-pressure sensor 30 is normal at step S40. Progressing to step S42, if SPfr is not normal, an air failure presumes a forward right ring, performs an alarm at step S44, and ends processing. When SPfr is normal, dynamic load radius ratio  $\Delta f - \Delta f_l - \Delta r + \Delta r_l$  distinguishes whether it is forward at step S46, if a dynamic load radius ratio is forward, it will progress to step S48, and an air failure presumes a left rear ring and performs an alarm at step S44.

[0028] On the other hand, when a dynamic load radius ratio is negative at step S46, it distinguishes whether it is satisfied with step S50 of  $\Delta r < \Delta f_l$ , and, in  $\Delta r < \Delta f_l$ , progresses to step S52, and an air failure presumes a forward left ring and performs an alarm at step S44. Progressing to step S54 in  $\Delta r > \Delta f_l$ , an air failure presumes a right rear ring and performs an alarm at step S44.

[0029] This example has received by wire harness 23b which has connected the wheel speed sensor 20 of a wheel 12 by which the dispatch signal of the wireless tire-pressure sensor 30 was formed in this sensor 30. This dispatch signal is simple to be a frequency high enough and to carry out the frequency separation of both the signals to the wheel speed pulse which the frequency of 300MHz and a wheel speed sensor output. Since a wheel speed sensor and wire harness are already used by other systems, such as ABS, it becomes unnecessary to form near the wheel the antenna which receives the dispatch signal of the above-mentioned wireless tire-pressure sensor 30, and to prepare wiring from an antenna to ECU25.

[0030] Drawing 6 shows the block diagram of the 2nd example of this invention equipment. the inside of this drawing, the right-and-left front wheels 11 and 12, and the right-and-left rear wheels 13 and 14 — respectively — being alike — Rota 15-18 prepares in each revolving shaft — having — moreover, Rota 15-18 — each gear tooth — countering — the electromagnetism as wheel speed sensors 19-22 — each pickup is prepared. Each wheel speed sensors 19-22 are connected to the terminals 26a-26d of ECU45 by wire harness 23a-23d. Moreover, the wireless tire-pressure sensor 30 is formed in the interior of the tire of a front wheel 12.

[0031] It is received by the wire harness of the wheel speed sensor of the nearest wheel in distance, and the signal transmitted from the wireless tire-pressure sensor 30 is supplied to ECU45. ECU45 is controlling the anti-lock brake system (ABS) which uses each signal of the wheel speed sensors 19-22. the terminal 26 of ECU45 — a-26d of each is connected to the RF receiving circuit 42 through the joint capacity C01-C04 while connecting with a buffer circuit 41 through the impedance equalization circuits 40a-40d. Moreover, the input terminal of the wheel speed signal of a buffer circuit 41 is grounded through the capacity C1-C4 for noise rejection.

[0032] The impedance equalization circuits 40a-40d adjust a wire harness [ 23a-23d ] impedance, and the sending signal of the wireless tire-pressure sensor 30 is made easy to receive, and they inhibit that this input signal flows to a buffer circuit 41 side. For this reason, the above-mentioned input signal is supplied to the RF receiving circuit 42 through joint capacity C01 - C04 each. These impedance equalization circuits 40a-40d and the joint capacity C01-C04 correspond to an extract means. The RF receiving circuit 42 aligns the transmit frequencies of the wireless tire-pressure sensor 30, and after it changes and amplifies this to an intermediate frequency, it restores to the code of a tire-pressure detection value by detecting. This code to which it restored is supplied to the microcomputer 43 of one chip.

[0033] moreover, the buffer circuit 41 — Terminals 26a-26d — respectively — since — the wheel speed sensors 19-22 supplied — each rotation detection pulse is shaped in waveform and a microcomputer 43 is supplied. In the 1st example, since impedance equalization circuit 40a for carrying out the frequency separation of the dispatch signal of the wireless tire-pressure sensor 30 to a wheel speed pulse and the joint capacity C0 are formed only to wire harness 23b, when rotation of the wheel is carried out, detection by the wireless tire-pressure sensor 30 becomes impossible.

[0034] on the other hand — the 2nd example — each wire harness 23 — it is alike, respectively, and since it received and the impedance equalization circuits 40a-40d and the joint capacity C01-C04 are formed, a-23d also of things for which the wheel in which the wireless tire-pressure sensor 30 was formed by the rotation of a wheel is arranged in which location of the ring before and after right and left also becomes possible. Drawing 7 shows the block diagram of the 3rd example of this invention equipment. the inside of this drawing, the right-and-left front wheels 11 and 12, and the right-and-left rear wheels 13 and 14 — respectively — being alike — Rota 15-18 prepares in each revolving shaft — having — moreover, Rota 15-18 — each gear tooth — countering — the electromagnetism as wheel speed sensors 19-22 — each pickup is prepared. Each wheel speed sensors 19-22 are connected to the terminals 26a-26d of ECU47 by wire harness 23a-23d. Moreover, the wireless tire-pressure sensor 30 is formed in the interior of the tire of a front wheel 12.

[0035] It is received by the wire harness of the wheel speed sensor of the nearest wheel in distance, and the signal transmitted from the wireless tire-pressure sensor 30 is supplied to ECU47. ECU47 is controlling the anti-lock brake system (ABS) which uses each signal of the wheel speed sensors 19-22. the terminal 26 of ECU47 — a-26d of each is connected to the RF receiving circuit 42 through the joint capacity C01-C04 while connecting with a buffer circuit 41 through the impedance equalization circuits 40a-40d. Moreover, the input terminal of the wheel speed signal of a buffer circuit 41 is grounded through the capacity C1-C4 for noise

rejection.

[0036] The impedance equalization circuits 40a-40d adjust a wire harness [ 23a-23d ] impedance, and the sending signal of the wireless tire-pressure sensor 30 is made easy to receive, and they inhibit that this input signal flows to a buffer circuit 41 side. For this reason, the above-mentioned input signal is supplied to the multiplexer 48 which is a selection means through joint capacity C01 - C04 each, and the input signal which passed along any one of the joint capacity C01-C04 chosen by the multiplexer 48 is supplied to the RF receiving circuit 42. The RF receiving circuit 42 aligns the transmit frequencies of the wireless tire-pressure sensor 30, and after it changes and amplifies this to an intermediate frequency, it restores to the code of a tire-pressure detection value by detecting. This code to which it restored is supplied to the microcomputer 43 of one chip.

[0037] moreover, the buffer 41 — Terminals 26a-26d — respectively — since — the wheel speed sensors 19-22 supplied — each rotation detection pulse is shaped in waveform and a microcomputer 43 is supplied. Here, in order that the wireless tire-pressure sensor 30 may stop power consumption and may prolong a life, for example, as shown in drawing 8 (B) every several hours, it outputs eight dispatch signals continuously. All of these contents of eight frames are the same. Moreover, a microcomputer 43 supplies a control signal to a multiplexer 48, and switches the joint capacity C01-C04 which makes connection selection as shown in drawing 8 (A) per time amount 2 and T. 1ch-4ch in drawing supports the joint capacity C01-C04. Thereby, in a microcomputer 43, when the output level of the high frequency receiving circuit 42 serves as max, it can know that the dispatch signal is supplied through the joint capacity which is making connection selection, and a switch of a multiplexer 48 is stopped so that the wire harness with which the dispatch signal was received may be chosen, until ignition-off comes after that.

[0038] Although it cannot recognize [ in which wheel the wireless tire-pressure sensor 30 is formed after rotation and among four flowers, and ] automatically in the 2nd example, this can be automatically recognized in the 3rd example. Drawing 9 shows the block diagram of the 4th example of this invention equipment. the inside of this drawing, the right-and-left front wheels 11 and 12, and the right-and-left rear wheels 13 and 14 — respectively — being alike — Rota 15-18 prepares in each revolving shaft — having — moreover, Rota 15-18 — each gear tooth — countering — the electromagnetism as wheel speed sensors 19-22 — each pickup is prepared. The wheel speed sensors 19-22 are connected to the terminals 26a-26d of ECU49 by the wire harness wiring 23a-23d. Moreover, the wireless tire-pressure sensor 50 as a transmitting means is formed in the interior of the tire of a front wheel 12.

[0039] Drawing 10 shows the block diagram of the wireless tire-pressure sensor 50. Among this drawing, an air pressure gage 31 detects a tire pressure, and supplies the detection value to the coding section 32. In the coding section 32, a tire-pressure detection value is changed into a predetermined code, and a sending circuit 33 is supplied. A sending circuit 33 modulates a subcarrier in code supplied, makes it the sending signal whose frequency is 300MHz or about 60MHz, and transmits this from an antenna 34. An antenna 51 receives the high-frequency power transmitted from ECU49. This high-frequency power is detected in the received detector circuit 52, and the power obtained by this is stored in the dc-battery built in the power control section 53. The power control section 53 stabilizes the power source from a built-in dc-battery, and supplies it to an air pressure gage 31, the coding section 32, and sending-circuit 33 each. The above-mentioned antenna 51 and the received detector circuit 52 correspond to a high-frequency power receiving means.

[0040] It is received by the wire harness of the wheel speed sensor of the nearest wheel in distance, and the signal transmitted from the wireless tire-pressure sensor 50 is supplied to ECU49. ECU49 is controlling the anti-lock brake system (ABS) which uses each signal of the wheel speed sensors 19-22. the terminal 26 of ECU49 — a-26d of each is connected to the RF receiving circuit 42 through the joint capacity C01-C04 while connecting with a buffer circuit 41 through the impedance equalization circuits 40a-40d. Moreover, the input terminal of the wheel speed signal of a buffer circuit 41 is grounded through the capacity C1-C4 for noise rejection.

[0041] The impedance equalization circuits 40a-40d adjust a wire harness [ 23a-23d ] impedance, and the sending signal of the wireless tire-pressure sensor 50 is made easy to receive, and they inhibit that this input signal flows to a buffer circuit 41 side. For this reason, the above-mentioned input signal is supplied to a multiplexer 48 through joint capacity C01 - C04 each, and the input signal which passed along any one of the joint capacity C01-C04 chosen by the multiplexer 48 is supplied to the RF receiving circuit 42 through a switch 55.

[0042] The RF receiving circuit 42 aligns the transmit frequencies of the wireless tire-pressure sensor 50, and after it changes and amplifies this to an intermediate frequency, it restores to the code of a tire-pressure detection value by detecting. This code to which it restored is supplied to the microcomputer 43 of one chip. moreover, the buffer 41 — Terminals 26a-26d — respectively — since — the wheel speed sensors 19-22 supplied — each rotation detection pulse is shaped in waveform and a microcomputer 43 is supplied.

[0043] A microcomputer 43 supplies a control signal to a multiplexer 48 in the condition of having made the high frequency receiving circuit 42 choosing it as a switch 55, and switches the joint capacity C01-C04 which makes connection selection per time amount 2 and T. Thereby, in a microcomputer 43, when the output level of the high frequency receiving circuit 42 serves as max, it can know that the dispatch signal is supplied through the joint capacity which is making connection selection, and a switch of a multiplexer 48 is stopped so that the wire harness with which the dispatch signal was received may be chosen, until ignition-off comes after that.

[0044] A switch 55 chooses either of the RF receiving circuit 42 and the high-frequency power sending circuit 56 as a high-frequency power transmitting means by control of a microcomputer 43, and connects it to a multiplexer 48. If the high-frequency power sending circuit 56 is chosen with a switch 55, the high-frequency power which the high-frequency power sending circuit 56 outputs will be supplied to the wire harness corresponding to the wheel in which the wireless tire-pressure sensor 50 was formed through the joint capacity which has chosen the multiplexer 48, and will be transmitted from this wire harness to the wireless tire-pressure sensor 50, and power will be stored in the dc-battery in the power control section 53.

[0045] In this 4th example, since the power source of the wireless tire-pressure sensor 50 is supplied in the form of high-frequency power from the exterior, the wireless tire-pressure sensor 50 can be used semipermanently. Although each above-mentioned example is a method which presumes a tire pressure by the dynamic load radius ratio, the method which presumes a tire pressure not only by this but by the observer may be used. In this case, drawing 1 , drawing 6 , drawing 7 , and the tire-pressure presumption equipment shown in drawing 11 instead of the microcomputer 43 of each drawing 9 are used.

[0046] In drawing 11 , the wheel speed signal detected by the wheel speed sensor is supplied to the band pass filter group 110. Here, the wheel speed signal of each four ring of a car is switched one by one for every predetermined time, and is supplied to the

band pass filter group 110. The band pass filter groups 110 are five band pass filters BPF 1101-1105. It is constituted. This band pass filter 1101-1105 (BPF) Each passage frequency band properties differ mutually, as shown in drawing 12. In addition, band pass filter 1101-1105 (BPF) Each passage frequency band is the observer 1401-1405 in the observer group 140 mentioned later. Each is supported. The above-mentioned band pass filter 1101-1105 The wheel speed signal band-limited by each is supplied to the weighting circuit 130 while it is supplied to the observer selection section 120.

[0047] The observer selection section 120 is a band pass filter 1101-1105, when the wireless tire pneumatic-sensor appearance value supplied from a terminal 125 changes a lot. The square sum operation of each output signal is performed to each \*\*, and the maximum of the five acquired square sum operation values is looked for. And weighting-factor  $k_i=1$  is supplied to the multipliers 130i and 150i in the weighting circuit 130,150 corresponding to the number i used as maximum (i is the integer of 1-5), and weighting-factor  $k_j=0$  is supplied to the other multipliers 130j and 150j ( $1 \leq j \leq 5, j \neq i$ ).

[0048] The weighting circuit 130 is a band pass filter 1101-1105. Multiplier 1301-1305 to which each output signal is supplied by each \*\*. It is constituted and only multiplier 130i of weighting-factor  $k_i=1$  supplies the output signal of band pass filter 110i to observer 140i of the observer group 140 of the next step like the above-mentioned. Since the weighting factor  $k_j$  of other multiplier 140j is 0, other observer 140j is non-signals.

[0049] next, observer 1401-1405 \*\*\*\*\* — it explains. Observers 1401-1405 It is constituted based on the model shown in drawing 13 of a wheel 70. About a wheel 70, it is moment of inertia JR. The rim flank 72 and moment of inertia JB If a model is made as what was connected by the torsion spring 76 of a constant K when grinding belt flank 74, the equation of state of (2) - (4) is materialized, and a linear system is constituted by this.

[0050] JR omegaR '=-KthetaRB+T 1 ... (2)

JB omegaB '=-KthetaRB-Td ... (3)

thetaRB'=omegaR-omegaB ... (4)

It corrects. omegaR : Angular-velocity omegaR ' of the rim flank 72: Angular-acceleration [ of the rim flank 72 ] omega B : Angular-velocity omegaB ' of the belt flank 74: Angular-acceleration thetaRB of the belt flank 74 : Angle of torsion T1 of the rim flank 72 and the belt flank 74 : With a drive and the damping torque detection location 68 the drive and braking torque Td detected : it is the disturbance torque from a road surface — although a damper exists between the rim flank 72 and the belt flank 74 in fact, since the effect is comparatively small, the existence is disregarded in this example.

[0051] It will become (5) equations if the above-mentioned equation of state is expressed using a vector and a matrix.

[0052] [Equation 1]

$$\begin{bmatrix} \dot{\omega}_R \\ \dot{\omega}_B \\ \dot{\theta}_{RB} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & -K/J_R \\ 0 & 0 & K/J_B \\ 1 & -1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \omega_R \\ \omega_B \\ \theta_{RB} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1/J_R \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} T_1 + \begin{bmatrix} 0 \\ -1/J_B \\ 0 \end{bmatrix} T_d \quad \dots (5)$$

[0053] Here, movement of the wheel 70 when the pneumatic pressure of a tire 78 changes and the spring constant of torsion spring 76 changes from K to K+delta K is expressed with (6) types.

[0054]

[Equation 2]

$$\begin{bmatrix} \dot{\omega}_R \\ \dot{\omega}_B \\ \dot{\theta}_{RB} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & -K/J_R \\ 0 & 0 & K/J_B \\ 1 & -1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \omega_R \\ \omega_B \\ \theta_{RB} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1/J_R \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} T_1 + \begin{bmatrix} 0 \\ -1/J_B \\ 0 \end{bmatrix} T_d + \begin{bmatrix} -\Delta K/J_R \\ \Delta K/J_B \\ 0 \end{bmatrix} \theta_{RB} \quad \dots (6)$$

[0055] That is, it is equivalent to the disturbance as which spring constant K is expressed in the tire 78 with normal only deltaK changing by the last term of the right-hand side of (6) types being added. Since the information on variation deltaK of spring constant K is included in this disturbance and spring constant K changes according to the pneumatic pressure of a tire 78, the variation of the pneumatic pressure of a tire can be presumed by presuming this disturbance. The technique of an observer is used for presumption of this disturbance, and it is the torque Td from a road surface now. If it will treat as disturbance, the disturbance w which should be presumed is expressed with (7) types.

[0056]

[Equation 3]

$$[W] = \begin{bmatrix} 0 \\ -1/J_B \\ 0 \end{bmatrix} T_d + \begin{bmatrix} -\Delta K/J_R \\ \Delta K/J_B \\ 0 \end{bmatrix} \theta_{RB} \quad \dots (7)$$

[0057] However, w2 which is the 2nd element since only one element in disturbance [w] can be presumed theoretically Suppose that it presumes. Disturbance w2 If it defines by (8) equations, since the equation of state of a wheel 70 becomes like (9) equations, it constitutes an observer based on this (9) equation.

w2 =(-1/JB) Td+(deltaK/JB) thetaRB ... (8)

[0058]

[Equation 4]







— it is — observer 1401-1405 the resonance frequency of tire vibration of the wheel speed signal which each analyzes — drawing 14 (A) - (E) — each continuous-line I1 -I5 It becomes as [ show ]. It corresponds to this and is a band pass filter 1101-1105. Each passage frequency band is continuous-line II1 -II5. It is set up so that it may be shown.

[0067] For this reason, it is a band pass filter 1101-1105 at the time of tire exchange. If the square sum of the signal band-limited by each is calculated, the value of the square sum of the signal band where the resonance frequency of the tire with which it was equipped by exchange is contained will serve as max, observer 140i to which only the signal of the band containing this resonance frequency corresponds will be supplied, and an operation will be performed. About other observer 140j, since it is a non-signal, an operation is not performed.

[0068] The above-mentioned observer 140i output is supplied to the pneumatic pressure presumption section 160 through multiplier 150i of the weighting circuit 150 set to weighting-factor  $k_i=1$  by the observer selection section 120. Since other multiplier 150j of the weighting circuit 150 is weighting-factor  $k_j=0$ , there is no output of a signal. The pneumatic pressure presumption section 160 calculates the output signal of observer 140i, and presumes a tire pressure.

[0069] Drawing 15 shows the flow chart of the processing which tire-pressure presumption equipment performs. It distinguishes whether there was any communication link of a detection value from the wireless tire-pressure sensor 30 at step S60 among this drawing, if there is a communication link, it will progress to step S60, and if it distinguishes whether there is any remarkable difference exceeding a threshold and a remarkable difference is between the last detection value and this detection value, it will progress to step S64.

[0070] At the initialization routine of step S64, it is a band pass filter 1101-1105. The square sum operation of each output signal is performed to each \*\*, and the maximum of the five acquired square sum operation values is looked for. And weighting-factor  $k_i=1$  is supplied to the multipliers 130i and 150i in the weighting circuit 130,150 corresponding to the number i used as maximum, and weighting-factor  $k_j=0$  is supplied to the other multipliers 130j and 150j. Next, the detection value of the wireless tire-pressure sensor 30 is updated and stored at step S66, and it progresses to step S60.

[0071] On the other hand, when there is no communication link at step S60, a tire pressure is presumed using observer 140i which progressed to step S68 at step S62 when a difference was smaller than a threshold, and was chosen by initialization routine. Next, as compared with a predetermined threshold, an air-failure judging is performed for the estimate of a tire pressure by the alarm routine of step S70, when an air-failure judging is made, an alarm is performed, and it progresses to step S60.

[0072] [Effect of the Invention] A wheel speed detection means for invention according to claim 1 to be prepared in all the rings of a car, and to detect the wheel speed of each wheel like \*\*\*\*, A transmitting means for it to be prepared in at least one wheel, to detect the tire pressure, and to transmit the dispatch signal of a tire pressure, A receiving means to obtain a tire pressure from said received dispatch signal, and the wheel speed of all the rings from said wheel speed detection means, In the tire-pressure detection equipment which has a judgment means to judge the tire-pressure condition of all rings using the tire pressure from a receiving means While receiving said dispatch signal by using as an antenna signal wiring which supplies the wheel speed detected with said wheel speed detection means to said judgment means, it has an extract means to take out said received dispatch signal from said signal wiring, and to supply said receiving means.

[0073] Thus, since the signal wiring of wheel speed is received as an antenna and the dispatch signal of a tire pressure is supplied to a receiving means through this signal wiring, it does not need to arrange a receiver near the wheel by the side of a car body, and its car loading nature improves. Moreover, invention according to claim 2 forms said extract means in the signal wiring of each wheel speed detection means of all rings in tire-pressure detection equipment according to claim 1.

[0074] Thereby, rotation of a wheel is performed, and even if the wheel which established the transmitting means becomes which location, the dispatch signal of the above-mentioned tire pressure is receivable. Moreover, invention according to claim 3 has a selection means to choose the dispatch signal which any one extract means outputs among the extract means formed in each signal wiring of said all rings, and to supply said receiving means, in tire-pressure detection equipment according to claim 2.

[0075] For this reason, even if the wheel which established the transmitting means is which location, while the dispatch signal of a tire pressure is receivable, recognition of that location is attained automatically. Moreover, invention according to claim 4 has a high-frequency power receiving means for it to be prepared in said transmitting means, to receive the received high-frequency power, and to store a power source, and a high-frequency power transmitting means to transmit high-frequency power to said transmitting means by using said signal wiring as an antenna at a predetermined stage, in tire-pressure detection equipment according to claim 1 to 3.

[0076] For this reason, to a transmitting means, that power source can be supplied by wireless and a transmitting means can be used semipermanently.

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

## [Brief Description of the Drawings]

- [Drawing 1] It is the block diagram of this invention.  
[Drawing 2] It is the block diagram of a wireless tire-pressure sensor.  
[Drawing 3] It is drawing showing the information frame format of a dispatch signal.  
[Drawing 4] It is the flow chart of tire-pressure alarm processing.  
[Drawing 5] It is the flow chart of alarm processing.  
[Drawing 6] It is the block diagram of this invention.  
[Drawing 7] It is the block diagram of this invention.  
[Drawing 8] It is drawing for explaining the switch timing of a multiplexer.  
[Drawing 9] It is the block diagram of this invention.  
[Drawing 10] It is the block diagram of a wireless tire-pressure sensor.  
[Drawing 11] It is the block diagram of tire-pressure presumption equipment.  
[Drawing 12] It is the property Fig. of a band pass filter.  
[Drawing 13] It is the block diagram of the observer selection section.  
[Drawing 14] It is drawing showing the dynamics model of a wheel.  
[Drawing 15] It is the flow chart of the processing which tire-pressure presumption equipment performs.

## [Description of Notations]

- 11-14 Wheel  
15-18 Rota  
19-22 Wheel speed sensor  
23a-23d Wire harness  
25,45,47,49 ECU  
30 50 Wireless tire-pressure sensor  
31 Air Pressure Gage  
32 Coding Section  
33 Sending Circuit  
34 51 Antenna  
35 DC Power Supply  
36 53 Power control section  
41 Buffer Circuit  
42 RF Receiving Circuit  
43 Microcomputer  
48 Multiplexer  
52 Received Detector Circuit  
55 Switch  
110 Band Pass Filter Group  
120 Observer Selection Section  
130,150 Weighting circuit  
140 Observer Group  
160 Pneumatic Pressure Presumption Section

---

[Translation done.]